



Palma-forrageira

Sistema de Produção de Palma-Forageira para o Estado da Paraíba

Sumário

Apresentação
Introdução e importância econômica
Onde e quando plantar palma-forrageira
Escolha da área na propriedade e manejo mecânico do solo
Solos
Cultivares
Plantio
Nutrição mineral, calagem e adubação
Irrigação
Suplementação hídrica com reúso de águas cinzas
Manejo de plantas daninhas
Pragas e métodos de controle
Principais doenças fúngicas na cultura da palma-forrageira
Consórcios com palma-forrageira
Colheita
Coeficientes técnicos
Referências

Dados Sistema de Produção

Embrapa Semiárido

Sistema de Produção, 14

ISSN 1807-0027 14

Versão Eletrônica
Apr/2022

Sistema de Produção de Palma-Forageira para o Estado da Paraíba

Apresentação

Originária do México, a palma-forrageira foi introduzida no Brasil no final do século XVIII, mas somente no século XX começou a ser utilizada como planta forrageira. É uma cultura de grande expressão na região Nordeste, especialmente no Semiárido brasileiro, onde a área plantada é extensa.

A adaptação da palma-forrageira ao Semiárido foi bem-sucedida, tendo em vista as características e exigências da cultura. Sua utilização na alimentação animal pode representar redução de custos, tendo em vista que o cultivo da palma é mais acessível quando se compara com outras forrageiras. Isso é importante, principalmente quando se considera o percentual de gastos da alimentação animal na cadeia produtiva.

Atualmente, são desenvolvidos muitos estudos com palma-forrageira; desde sua digestibilidade e características nutricionais até seu manejo e aspectos relacionados à resistência a doenças. Técnicas como cultivo adensado, consórcio de culturas, aproveitamento de águas cinzas para a suplementação hídrica, entre outros, são estudadas com o objetivo de aprimorar o sistema de cultivo da palma e, por consequência, fortalecer a produção animal no Brasil, em especial no Nordeste.

Nesta publicação é apresentado um sistema de produção de palma-forrageira para o estado da Paraíba. Foram reunidas e disponibilizadas, por exemplo, informações sobre a seleção de área para cultivo, principais cultivares, manejo de plantas daninhas, suplementação hídrica, solos, controle de pragas, plantio, consórcio e colheita. Enfim, informações que podem contribuir com o produtor para o correto manejo na cultura da palma-forrageira e, conseqüentemente, agregar valor ao sistema produtivo.

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Introdução e importância econômica

Tadeu Vinhas Voltolini
Anderson Ramos de Oliveira
Alessandra Monteiro Salviano
Magna Soelma Beserra de Moura
Gherman Garcia Leal de Araújo

A palma (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é uma planta da família das cactáceas, sendo utilizada nas áreas áridas e semiáridas mundiais para vários fins, destacando-se a produção de frutos e verdura para a alimentação humana e a de forragem para os animais, apresentando também usos nas indústrias farmacêutica, alimentícia, de cosméticos e energética (Inglese et al., 2017).

No Brasil, o cultivo dessa planta tem sido realizado principalmente para a produção de forragem, contribuindo com o aporte de alimento e água para os animais. O País é considerado como o que apresenta a maior área ocupada por palma para fins forrageiros. A área cultivada com palma-forrageira vem crescendo ao longo das décadas nos estados da região Nordeste e ganhado espaço em estados de outras regiões brasileiras (Informe Agropecuário, 2017; Neves et al., 2020).

Além do crescimento em área, os sistemas de produção de palma também têm apresentado aumento em produtividade (Lira et al., 2006), tudo isso, com a grande contribuição das instituições de pesquisa e desenvolvimento na geração e aperfeiçoamento de técnicas de cultivo e utilização, proporcionando maior eficiência produtiva para essa cultura.

O efetivo de bovinos, caprinos e ovinos do estado da Paraíba é de aproximadamente 1,24; 0,65 e 0,61 milhão de cabeças dessas espécies, respectivamente (IBGE, 2018), e a palma consiste em uma das mais importantes plantas forrageiras para a reserva estratégica de forragem, estando presente em número considerável de estabelecimentos agropecuários (Figura 1) (IBGE, 2018). Isso demonstra a sua relevância para as cadeias produtivas de caprinos, ovinos e bovinos (Costa et al., 2008; Moura et al., 2013; Barros et al., 2018), as quais apresentam grande contribuição social e econômica para a Paraíba.

Ilustração: Tatiana Ayako Taura

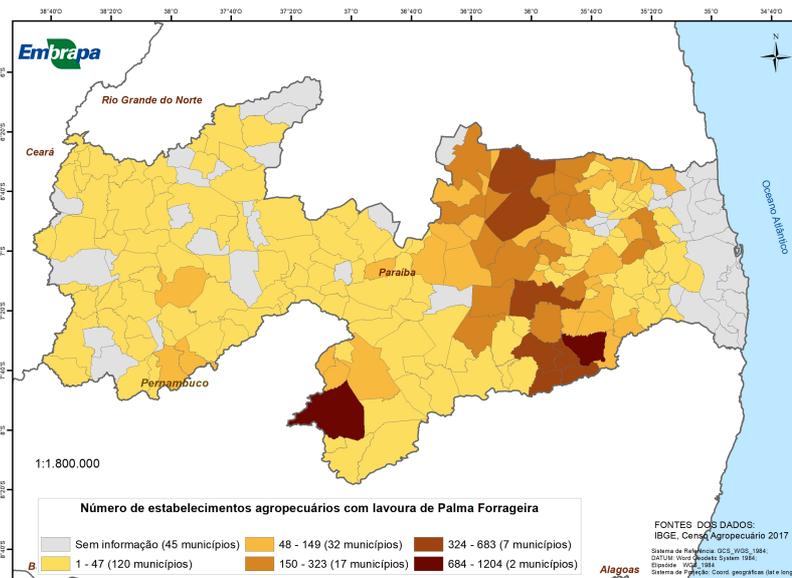


Figura 1. Estabelecimentos agropecuários com cultivo de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) nos municípios do estado da Paraíba.

Fonte: Adaptado de IBGE (2018).

Há diversos componentes no sistema de produção da palma-forrageira, tais como: cultivares, época de plantio, métodos de plantio, adubação, tratamentos culturais e fitossanitários, época de colheita, dentre outros, os quais podem diferir de uma região para outra por diversos fatores, por exemplos as condições de clima e solo.

Nesse sentido, é importante considerar as características ambientais de cada região, a partir do uso do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) e da aptidão dos solos, levando em conta a interação da cultura com o ambiente, com contribuições para o planejamento agropecuário, apoio à tomada de decisão, elaboração de políticas públicas e seguridade agrícola, além de contribuir para o correto manejo e uso dos solos. Ademais, as adequadas práticas de manejo para a cultura são de fundamental importância para prolongar a vida útil e aumentar a eficiência produtiva do palmar, o que é decisivo para a maior produtividade do rebanho e para o aumento na renda do produtor rural.

Assim, o objetivo desta publicação é apresentar informações dos sistemas de produção de palma-forrageira considerando o Zarc, a aptidão dos solos, bem como apresentar recomendações de manejo para a cultura no estado da Paraíba.

Autores deste tópico: Tadeu Vinhas Voltolini, Magna Soelma Beserra de Moura, Gherman Garcia Leal de Araújo, Anderson Ramos de Oliveira, Alessandra Monteiro Salviano

Onde e quando plantar palma-forrageira

Magna Soelma Beserra de Moura
Thieres George Freire da Silva
Luciana Sandra Bastos de Souza
Tatiana Ayako Taura

A palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) apresenta ampla distribuição geográfica, com ocorrência em países como México, Estados Unidos, África do Sul, Egito, Peru, Itália, Tunísia, Austrália e Brasil, em altitudes desde o nível do mar até 5.100 m (Ochoa; Barbera, 2017). Suas áreas de produção se caracterizam por apresentar diversidade de clima quente e seco, uma vez que a palma tem a capacidade de expressar bom desempenho até mesmo em regiões com balanço hídrico negativo (Souza et al., 2008; Moura et al., 2011). No Brasil, há registros de áreas com palma nos estados da região Sul, Sudeste e Nordeste, com ampliação principalmente no norte de Minas Gerais, o que se deve, dentre outros fatores a ações de incentivo ao cultivo de uma alternativa para a produção de forragem altamente resistente ao déficit hídrico e com elevado potencial produtivo e taxa de conversão de energia solar, dióxido de carbono e água em biomassa (Nobel, 1995).

Os cladódios correspondem à principal estrutura da palma-forrageira. Neles ocorrem as funções fotossintéticas, definidas pelo metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que associado à baixa densidade de estômatos, à cerosidade e à espessura da epiderme possibilitam elevada eficiência de uso da água. Os cladódios também são responsáveis por acumular biomassa e, em média, 90% de água na planta, tornando-a muito importante para a alimentação e dessedentação animal durante o período seco. A dinâmica de crescimento da palma sofre influência de múltiplos fatores, como clone, época e idade de corte, condições ambientais, etc. (Jardim et al., 2020), os quais precisam ser considerados na seleção dos sistemas de produção e manejo do palmal.

Conhecendo seus mecanismos fisiológicos e suas exigências climáticas, é possível indicar locais e épocas de cultivo favoráveis ao bom desenvolvimento e produção da palma-forrageira. O tempo e o clima influenciam no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade dessa planta, e sabe-se que condições climáticas específicas podem maximizar seu potencial produtivo, assim como ser indicativo da necessidade de ajustes no sistema de produção.

Visando aos estudos de zoneamento agrícola, Souza et al. (2008) apresentaram faixas climáticas para a delimitação de áreas de produção da palma-forrageira, que foram ajustadas por Moura et al. (2011) e, posteriormente utilizadas por Bezerra et al. (2014) para a delimitação de áreas aptas para a produção da palma-forrageira no estado da Paraíba. Após uma análise climática dos dados das regiões de origem e dispersão da palma-forrageira no mundo, foram delimitadas as seguintes faixas climáticas para seu cultivo: "ideal" são as áreas que apresentam potencial climático (térmico e hídrico) ao cultivo da palma; "restrita", aquelas regiões nas quais pelo menos um dos fatores climáticos apresenta-se como limitante ao cultivo e expressão produtiva da palma-forrageira; e "inadequada", as áreas onde os fatores climáticos representam grande limitação ao cultivo da palma-forrageira, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Indicadores climáticos de áreas de cultivo da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.).

Ideal	Faixa de aptidão	
	Restrita	Inadequada
$16,1 \leq T_m \leq 25,4$	$T_m < 16,1$ e $T_m > 25,4$	-
$28,5 \leq T_x \leq 31,5$	$T_x < 28,5$ e $T_x > 31,5$	-
$8,6 \leq T_n \leq 20,4$	$T_n < 8,6$ e $T_n > 20,4$	-
$10,0 \leq A \leq 17,2$	$A < 10,0$ e $A > 17,2$	-
$368,4 \leq P \leq 812,4$	$P < 368,4$ e $812,4 < P \leq 1089,9$	$P > 1089,9$
$-65,6 \leq lu \leq -31,8$	$lu < -65,6$ e $-31,8 < lu \leq 7,7$	$lu > 7,7$

T_m = temperatura média do ar ($^{\circ}C$); T_x = temperatura máxima do ar ($^{\circ}C$); T_n = temperatura mínima do ar ($^{\circ}C$); A = amplitude térmica; P = precipitação (mm) e lu = índice de umidade do solo.

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2008) e Moura et al. (2011).

Porém, além das análises climáticas, há de se realizar associações desses elementos com o desenvolvimento da cultura, considerando-se suas épocas de plantio, fases fenológicas e necessidades de água para seu bom desempenho produtivo. Para isso, diversos estudos foram realizados com palma-forrageira para a delimitação do índice de satisfação das necessidades de água (Isna), evapotranspiração, coeficientes de cultivo, níveis de produtividade, curva de crescimento, fenologia, etc. (Amorim et al., 2017; Morais et al., 2017; Silva et al., 2017), cujos resultados foram analisados para a definição na nova metodologia adotada no Zoneamento agrícola de risco climático (Zarc) da palma-forrageira.

O Zarc constitui-se em uma ferramenta de fundamental importância no planejamento agrícola, pois identifica os municípios com potencial climático ao desenvolvimento da cultura, indicando as datas/períodos de plantio que minimizam os riscos de perdas de produção associados ao clima. O Zarc tem sido adotado como política pública há anos no País, e deve ser utilizado pelo produtor para ter acesso ao Proagro, Proagro Mais e ao prêmio federal do seguro rural; ademais é utilizado por empresas privadas de seguridade e concessão de crédito agrícola (Cuadra et al., 2020). A palma-forrageira está entre as culturas zoneadas no Brasil e, no estado da Paraíba, todo produtor deve estar atento ao calendário de plantio, divulgado por meio do site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e por meio do aplicativo Plantio Certo, da Embrapa, disponível nas principais plataformas de aplicativos para celular e tablets.

Estudos agroclimáticos contribuem não apenas para estabelecer o potencial da região, mas também abrem janelas à expansão de estudos em diferentes áreas do conhecimento, como o melhoramento genético para a obtenção de variedades mais adaptadas; ajustes fitotécnicos com a possibilidade de indicações de técnicas de manejo que poderão ser utilizadas no sistema de produção; indicações de uso de irrigação suplementar; dentre outros aspectos que podem ajudar a direcionar os sistemas de produção.

Para a elaboração do Zarc da palma-forrageira, foram consideradas séries climáticas de, no mínimo, 15 anos; exigências térmicas e hídricas da cultura; duração das fases fenológicas e do ciclo de cultivo e o volume de solo ocupado pelas raízes, assumindo três níveis de reserva no solo. No Zarc, considera-se que não ocorrerão limitações relacionadas à fertilidade dos solos, como também não haverá ataques de pragas e doenças, ou seja, a abordagem é agroclimática (Embrapa Informática Agropecuária, 2021). Os períodos de plantio foram definidos como decêndios, de forma que, por exemplo, o mês de janeiro tem os decêndios 1, 2 e 3; fevereiro corresponde aos decêndios 4, 5 e 6; e assim por diante, até o mês de dezembro, que corresponde aos decêndios 34, 35 e 36.

Utilizando as informações da Tabela 1 e resultados experimentais de aplicação suplementar de água, o atual modelo do Zarc considera que locais com níveis de precipitação acima de 1.200 mm e abaixo de 350 mm ao ano não são recomendados para o cultivo da palma-forrageira. Da mesma forma, a partir do trabalho de Souza et al. (2008), e do conhecimento da importância da temperatura, principalmente noturna, para a palma-forrageira, foi desenvolvido o índice térmico relativo (ITR, adimensional), que considera a razão entre a temperatura média do ar (T_m) e a amplitude térmica (A – diferença entre a temperatura máxima – T_x e temperatura mínima do ar – T_n). Assim, para o Zarc, consideram-se áreas aptas aquelas que apresentam $1,68 \leq ITR \leq 3,35$ (Brasil, 2019).

Outra etapa importante para se definir a metodologia adotada no Zarc da palma-forrageira foi a definição das fases fenológicas ou fenofases. Sabe-se que, a depender das condições climáticas locais, da espécie e clone, e das necessidades do produtor em termos de forragem para a alimentação animal, o corte da palma pode ser realizado em diferentes idades, com ciclos produtivos de diferente duração. Conseqüentemente, a produtividade também sofre influência desses fatores. Porém, para fins de simulação do balanço hídrico da cultura, adotou-se ciclo de 24 meses, subdividido em quatro fases com diferentes quantidades de dias de duração, adaptado de Amorim et al. (2017), sendo:

- Fase 1: plantio e estabelecimento da cultura (30 dias).
- Fase 2: estabelecimento da cultura com emissão inicial de cladódios de ordens inferiores ou primários (60 dias).
- Fase 3: quando ocorre emissão significativa e formação dos cladódios primários (90 dias).
- Fase 4: redução significativa da emissão de cladódios (550 dias).

Para cômputo da evapotranspiração da cultura, no Zarc considera-se a evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente de cultura (K_c) da palma-forrageira. O K_c foi determinado experimentalmente para

'IPA Sertânia', 'Miúda' e 'Orelha de Elefante Mexicana' (Queiroz et al., 2016; Silva et al., 2017; Lima et al., 2018). Valores médios semanais de Kc foram convertidos em dados decendiais para execução do balanço hídrico com vistas à realização do Zarc (Brasil, 2019).

A disponibilidade da água na quantidade adequada nas fases 2 e 3 é crucial para o estabelecimento da palma-forrageira, pois, nessas fases, ocorre elevado surgimento de cladódios, com conseqüente acúmulo de água para uso no período seco que poderá ocorrer nas próximas épocas. Dessa forma, para essas fases foram considerados valores de Insa iguais a 0,42, de forma que a falta de água para suprir a evapotranspiração da cultura nessas fases poderá impactar significativamente a produção da palma-forrageira.

E, finalmente, o Zarc também considera três tipos de solo (Tipo 1 – textura arenosa, Tipo 2 – textura média e Tipo 3 – textura argilosa) para o cômputo da reserva útil do solo (Brasil, 2019), considerando-se que as raízes da palma se concentram até 0,40 m de profundidade. Assim, o componente solo considera apenas o cômputo da reserva útil para processamento do balanço hídrico da cultura, e não considera os mapas de solos de cada município de forma que isso deve ser avaliado para a seleção de áreas na propriedade, bem como para definir ações de adubação e outras estratégias de manejo cultural.

Todos os resultados do Zarc da palma-forrageira, com os indicativos de decêndios e municípios aptos ao cultivo são publicados pelo Mapa, com execução realizada pela Embrapa. Essas informações são dinâmicas e estão de acordo com a base climática e ajustes metodológicos que anualmente vão sendo incorporados ao sistema de geração dos resultados, considerando-se riscos de 20%, 30% e 40% e áreas sem indicação de cultivo (Cuadra et al., 2020; Embrapa Informática Agropecuária, 2021).

Um resumo mensal gerado a partir da agregação dos mapas decendiais dos municípios aptos ao cultivo da palma-forrageira na Paraíba, considerando-se um solo de textura média, e quaisquer níveis de risco, é apresentado na Figura 1. É importante salientar que esses mapas foram gerados apenas a título de exemplo, pois para fins práticos, devem ser observadas as recomendações do Mapa e do aplicativo Plantio Certo, em âmbito municipal e decencial, considerando-se ainda as cultivares e clones recomendados.

Ilustração: Tatiana Ayako Taura.

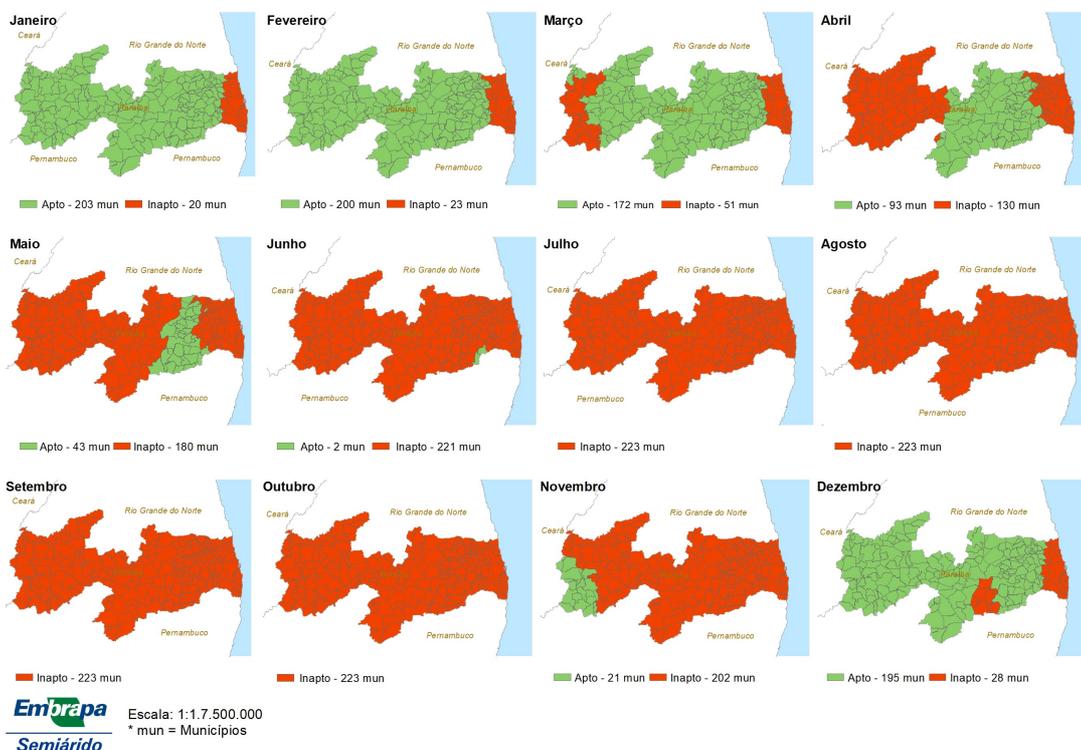


Figura 1. Mapas mensais do Zoneamento agrícola de risco climático (Zarc) do estado da Paraíba para o cultivo da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.).

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Para um município ser enquadrado como apto, pelo menos 20% de sua área deve ter sido considerada apta ao cultivo da palma-forrageira. Os municípios com indicativo da cor verde nos mapas são aptos para plantio da palma-forrageira em pelo menos um dos decêndios que compõem os meses do ano. Observa-se que os municípios da parte leste do estado, próximos ao litoral, são inaptos devido aos elevados totais anuais de chuva, que, em excesso podem reduzir a produtividade da cultura. Essa redução pode ocorrer devido ao excesso de chuva na fase 1, quando por ocasião do plantio, o excesso, de água pode ocasionar o apodrecimento dos cladódios, reduzindo o número de plantas da área cultivada. A depender da época do ano, alguns municípios limítrofes podem ser aptos ou não para o cultivo da palma. Essa informação deve ser buscada com detalhamento nas portarias do zoneamento, publicadas pelo Mapa ou no aplicativo Plantio Certo.

No mês de novembro, começam a surgir as áreas de plantio da palma-forrageira na região Oeste da Paraíba, associado ao início das precipitações naquela área. É importante ressaltar que somente no último decêndio do mês, é possível plantar palma, lembrando-se, ainda, que os níveis de risco associados ao plantio nessa época ainda são os mais elevados aceitos pelo Zarc. Na sequência, no mês de dezembro, quando grande parte do estado já está sob a influência de diversos regimes de chuvas em várias regiões, somente em um pequeno grupo de municípios ainda não se pode plantar a palma-forrageira, como em Cabaceiras e Boqueirão. Nos meses de janeiro e fevereiro observa-se maior número de municípios aptos ao plantio, pois é exatamente nesse período em que ocorrem os maiores volumes de precipitação no estado.

A partir de março, a região Oeste do estado já começa a apresentar restrições de cultivo, principalmente em razão da necessidade da palma de ter em torno de 30 dias de solo mais seco para que possa se fixar e iniciar seu período de estabelecimento. Nessa fase, a palma-forrageira apresenta restrições por causa dos solos encharcados, podendo apresentar podridões nas raízes, inclusive. Já no mês de abril, as principais áreas de cultivo se concentram na porção central do estado, reduzindo-se ainda mais no mês de maio. Entre os meses de junho a outubro, praticamente nenhum município apresenta condições climáticas para se iniciar o cultivo da palma. Nesses meses, a cultura está usando as reservas de água e nutrientes acumuladas nos cladódios durante o período chuvoso. Geralmente, nessas épocas do ano, que correspondem ao período seco, o produtor está guardando reserva de forragem para uso emergencial para a alimentação animal.

Assim, tem-se observado que a região Leste do estado da Paraíba, contemplando em torno de 20-23 municípios, a depender dos meses, não está zoneada para o cultivo da palma-forrageira, o que se deve aos excessos de chuva. Nas demais regiões do estado, o cultivo da palma-forrageira tem sido possível, com indicações de diferentes épocas do ano, que envolvem maior (40%) ou menor (20%) risco climático. Na realidade, o Zarc indica os municípios e suas épocas de plantio com menor possibilidade de redução de produtividade associada aos fatores meteorológicos. Além disso, as épocas de plantio podem proporcionar impactos na fenologia, e por sua vez, indicar necessidades de alguns ajustes no sistema de produção, que serão abordados nos próximos capítulos deste documento.

Autores deste tópico: Thieres George Freire da Silva, Tatiana Ayako Taura, Magna Soelma Beserra de Moura, Luciana Sandra Bastos de Souza

Escolha da área na propriedade e manejo mecânico do solo

Alessandra Monteiro Salviano
Vanderlise Giongo
Anderson Ramos de Oliveira
Tadeu Vinhas Voltolini

Escolher a área adequada é de grande importância para que a cultura seja estabelecida em local com melhor aptidão, considerando-se o tipo de solo e a topografia do terreno. Normalmente, a palma-forrageira adapta-se bem a diversas condições de solo. Entretanto, devido à baixa tolerância da cultura ao excesso de água, a textura de solo ideal é a argiloarenosa, por manter proporções equilibradas de água e ar do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes.

Apesar da aptidão da cultura às condições ambientais, nem sempre a propriedade oferece opções, assim as áreas devem ser preparadas para proporcionar maior eficiência produtiva à cultura. A declividade não deve ser um fator limitante, desde que obedecidas as práticas mecânicas e culturais associadas à agricultura conservacionista, como a utilização de terraços e o cultivo em contorno para evitar o impacto de chuvas em solos mais erodíveis. Entretanto, quando se pode selecionar áreas mais adequadas, sugerem-se aquelas planas ou com pouca declividade e que tenham boa capacidade de infiltração e de drenagem, além de uma adequada capacidade de retenção de água.

Uma vez selecionada a área e os preceitos conservacionistas considerados, segue-se para a etapa de sistematização da área antecedendo o plantio da palma.

Considerando-se a necessidade de preservação dos recursos naturais, principalmente o solo e a água, o preparo convencional do solo (aração e/ou gradagem), geralmente utilizado como manejo mecânico para o plantio da palma, na medida do possível, deve ser substituído pelo preparo reduzido, utilizando-se apenas a escarificação. Outras vantagens dessa operação são a menor desagregação, a manutenção de maior quantidade de resíduos vegetais em superfície e a não inversão das camadas do solo. É uma prática importante também para promover a quebra de camadas adensadas causadas pelo manejo, em profundidades de até 30 cm.

No caso de camadas adensadas/compactadas em profundidades maiores que 30 cm, pode ser utilizado o subsolador. Antes do uso, o diagnóstico de camadas compactadas e da profundidade de ocorrência deve ser realizado por meio de uso de equipamentos como penetrômetro e penetrógrafo, e pela análise física do solo e/ou observação do perfil do solo em trincheiras. No entanto, o uso continuado do subsolador, sem critérios e planejamento, sempre na mesma profundidade, poderá proporcionar a formação de novas camadas compactadas/endurecidas. Algumas restrições de uso são na presença de água em excesso, em solos muito arenosos ou de textura uniforme ao longo do perfil (desde que não apresentem camadas compactadas) e nos muito rasos. A adubação verde em consórcio ou rotação, utilizando espécies leguminosas e gramíneas, pode ser utilizada como uma "subsolação biológica".

Nessa operação, podem ser feitas arações e gradagens, considerando-se as análises de solo, para uniformizar os parâmetros de fertilidade do solo até uma camada de 20 cm. Assim, serão incorporados corretivos de solo, adubos orgânicos e fertilizantes.

Destaca-se que a aração pode ser realizada por tração animal ou motomecanizada e o ponto onde o solo se encontra friável deve ser observado e desejado. A friabilidade é o ponto onde há umidade adequada, de forma que, nas operações de preparo, o solo não fique aderido ao implemento por estar muito úmido ou para que não seja pulverizado por estar muito seco. Essas operações num solo com umidade inadequada podem pulverizar os agregados do solo, e, em longo prazo, podem causar problemas de adensamento, compactação, com conseqüente redução da infiltração de água no solo, impedimento mecânico ao desenvolvimento do sistema radicular e aumento da suscetibilidade do solo à erosão. A friabilidade é dependente da textura e do tipo de argila presente no solo, sendo particularmente importante em Vertissolos e em outros solos com percentual elevado de argila ou presença de argilas expansivas (de alta atividade) e também com um horizonte Bt superficial, no qual o horizonte A pode ter sido parcialmente removido por processos erosivos.

A aplicação de corretivos deve ser feita na área total, antes do plantio, e sua incorporação ao solo é realizada pelas arações e gradagens. Em seguida, inicia-se a operação de abertura de sulcos para a adubação e posterior plantio dos cladódios. Quando se escolhe utilizar alguma estratégia de correção da fertilidade em toda a área, como a fosfatagem, os fertilizantes devem ser aplicados antes da aração e gradagem.

O espaçamento entre os sulcos dependerá do espaçamento escolhido pelos produtores, em função, dentre outros fatores, da variedade, tipo de manejo (mecânico ou manual, irrigação ou sequeiro), regime pluviométrico e solo (textura, profundidade, fertilidade, e etc.).

Os sulcos podem ser abertos por meio de enxadas, arados movidos por tração animal, ou sulcadores acoplados em tratores. Cada variedade de palma tem diferentes tamanhos de cladódios, o que determinará a profundidade das covas ou sulcos de plantio, levando-se também em consideração a recomendação de que cerca de 50% do cladódio seja enterrado. O plantio também pode ser feito em camalhões para mitigar efeitos danosos em razão de drenagem imperfeita ou moderada, em época de maior intensidade de chuva, por exemplo, e ainda solos rasos, como os Luvissolos e os Neossolos litólicos.

Do ponto de vista de manejo, a escolha da área deve considerar, ainda, a facilidade de acesso para o monitoramento e a realização de tratamentos culturais, além da proximidade com as áreas de uso e processamento da palma para os animais, reduzindo os deslocamentos internos. Essa medida, além de aumentar a eficiência do trabalho, auxilia na redução de custos e da pegada de carbono nas propriedades.

Autores deste tópico: Vanderlise Giongo, Tadeu Vinhas Voltolini, Anderson Ramos de Oliveira, Alessandra Monteiro Salviano

Solos

Tony Jarbas Ferreira Cunha (in memoriam)
Alessandra Monteiro Salviano
Vanderlise Giongo
Tatiana Ayako Taura

Potencialidades e limitações das classes de solos para cultivo de palma-forrageira

A busca pela sustentabilidade é um grande desafio para o setor agrícola devido, principalmente, à pressão exercida sobre o solo, um recurso natural não renovável, base para a produção de alimentos, seja de origem vegetal ou animal, produção de fibras e para muitos serviços ecossistêmicos e ambientais. O principal desafio é atender ao aumento da demanda por alimentos e outros produtos agrícolas, preservando a qualidade física, química e biológica dos solos e, conseqüentemente, a qualidade dos ecossistemas do qual fazem parte. Práticas de manejo inadequadas, mesmo em solos com boa aptidão agrícola, ou ainda o uso de solos sem aptidão, podem culminar em algum grau de degradação.

Na região semiárida, a ocorrência de solos com baixa retenção de umidade, baixa fertilidade natural, baixa profundidade efetiva, pedregosidade e rochiosidade, textura arenosa e altas taxas de infiltração, além de alta suscetibilidade à erosão, tornam os sistemas de produção ainda menos resilientes aos aspectos climáticos característicos da região e mais suscetíveis a processos de degradação como salinização, compactação e erosão, podendo desencadear problemas ambientais complexos como a desertificação. Assim, o conhecimento das classes de solos presentes na propriedade, bem como de suas principais potencialidades e limitações auxiliará na escolha dos solos mais adequados, e de práticas de manejo que aumentem ou mantenham sua qualidade e a sustentabilidade dos sistemas de produção da palma-forrageira.

Na Figura 1 pode-se observar o mapa do estado da Paraíba na escala de 1:250.000 com a distribuição espacial das principais classes de solos encontradas.

Ilustração: Tatiana Ayako Taura

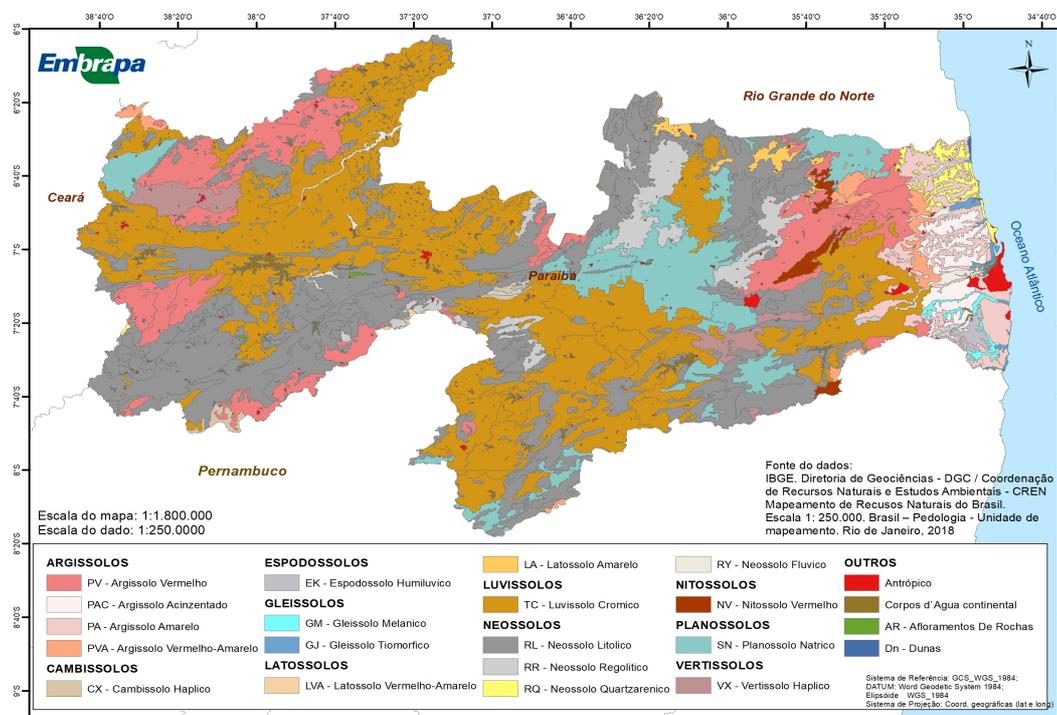


Figura 1. Mapa de solos do estado da Paraíba.

Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

Na Tabela 1, podem-se observar as classes de solos com maior área de abrangência no estado da Paraíba, que são: os Luvisolos (2 milhões de hectares), os Neossolos (1,88 milhão de hectare) e os Argissolos (936 mil hectares), somando juntos cerca de 85% da cobertura pedológica do estado. Vale ressaltar que, dependendo das características específicas de cada um dos solos inseridos nessas classes, eles podem ser caracterizados por níveis diferenciados de aptidão agrícola.

Cerca de 86% da área ocupada por Neossolos é de Neossolos litólicos (em torno de 1,6 milhão de hectare). Essa classe de solo apresenta alta restrição para uso de palma-forrageira, podendo até mesmo ser considerada inapta em razão, principalmente, da sua baixa profundidade efetiva. No caso dos Luvisolos, dependendo da profundidade e da pedregosidade em superfície, por exemplo, também podem apresentar alta restrição de uso para o cultivo de palma-forrageira. No entanto, uma avaliação mais detalhada deve ser feita em cada propriedade. Além disso, cerca de 10,75% da cobertura pedológica do estado da Paraíba não é adequada ao uso agrícola, sendo 8,9% composta por afloramentos de rochas, Gleissolos e Planossolos, com áreas de 4.490 ha, 33.644 ha e 468.900 ha, respectivamente. Esses solos, devido principalmente às suas características de salinidade e suscetibilidade à compactação e erosão, são considerados inaptos para a agricultura. O restante do território é composto por outras classes com menor área de abrangência, como os Cambissolos, Espodossolos, Nitossolos e Vertissolos.

A seguir é apresentada uma breve discussão sobre características e principais potencialidades e limitações de uso agrícola das principais classes de solos presentes no estado da Paraíba, destacando-se o cultivo da palma-forrageira, de modo a auxiliar os produtores na tomada de decisão quanto ao local de plantio, bem como das práticas de manejo mais adequadas visando à sustentabilidade do sistema de produção.

Tabela 1. Área de abrangência das principais classes de solos encontradas no estado da Paraíba.

Tipo de cobertura / Classe de Solo	Área de abrangência	
	(ha)	%
Ação antrópica	42.656	0,75
AR - Afloramentos de rochas	4.449	0,08
Área urbana	15	0,00
Corpos d'água continental	56.782	1,00

CX - Cambissolo Háptico	19.392	0,34
Dn – Dunas	1.300	0,02
EK - Espodossolo Humilúvico	18.817	0,33
GJ - Gleissolo Tiomórfico	14.013	0,25
GM - Gleissolo Melânico	19.632	0,35
LA - Latossolo Amarelo	34.047	0,60
LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo	2.709	0,05
NV - Nitossolo Vermelho	37.885	0,67
PA - Argissolo Amarelo	177.291	3,14
PAC - Argissolo Acinzentado	91.372	1,62
PV - Argissolo Vermelho	598.140	10,58
PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo	69.936	1,24
RL - Neossolo Litólico	1.612.092	28,52
RQ - Neossolo Quartzarênico	45.398	0,80
RR - Neossolo Regolítico	190.849	3,38
RY - Neossolo Flúvico	30.464	0,54
SN - Planossolo Nátrico	468.900	8,30
TC - Luvissole Crômico	2.009.067	35,55
VX - Vertissolo Háptico	106.599	1,89
Total geral	5.651.805	100,00%

Luvissolos

Geralmente este solo ocorre em relevo suave ondulado, é raso, raramente ultrapassando 1 m de profundidade (horizontes A e B). Dependendo da profundidade, pode ser uma característica limitante para a palma-forrageira, cujo sistema radicular pode chegar a 1 m de profundidade. Além disso, solos mais rasos reduzem o volume de solo para crescimento radicular, deixando as plantas mais suscetíveis a longos períodos de estiagem devido à menor quantidade de água disponível no solo.

O déficit hídrico pode ser ainda mais acentuado se o solo ocorre em locais de clima mais seco. Nesses solos, é muito importante o uso de práticas de manejo como o plantio em camalhões para aumentar a profundidade efetiva e a adubação orgânica para melhorar sua capacidade de retenção de água. Outras limitações físicas são a dificuldade de mecanização, quando a presença de pedregosidade for alta no horizonte A (superficial) e a maior erodibilidade, nos casos de apresentar mudança textural abrupta no perfil (aumento abrupto do teor de argila entre o horizonte A e os horizontes subjacentes), associada à sua suscetibilidade à compactação. É importante atentar para o uso de práticas de manejo conservacionistas, como o cultivo em contorno e o consórcio com outras forrageiras, que reduzem os riscos de erosão.

Ademais, apresentam boa fertilidade, são eutróficos [quando a saturação por bases (V) > 50%] no horizonte B, favorecendo o enraizamento. Além disso, por apresentar em sua composição minerais primários facilmente intemperizáveis, apresentam boa reserva de nutrientes.

Argissolos

Geralmente ocorrem em relevo ondulado ou forte ondulado, apresentando cor amarelada ou vermelho-amarelada no horizonte B, com aumento do teor de argila em profundidade. Se for eutrófico (V > 50%), há boas condições para o enraizamento ao longo do perfil, principalmente por ser um solo normalmente profundo. Essa característica favorece o cultivo da palma-forrageira. Dependendo do relevo onde está localizado, apresenta grande restrição de uso devido à sua suscetibilidade à erosão. Nesses casos, faz-se necessário utilizar práticas de manejo conservacionistas no plantio.

Se for álico [quando a saturação por alumínio (Al) (m) > 50 %] ou distrófico (V < 50%), há baixo potencial nutricional no horizonte B. É importante utilizar um bom manejo de fertilidade, com uso de calagem,

gessagem e adubação orgânica e química, aumentando a capacidade do solo em fornecer nutrientes para as plantas, o que aumenta a produtividade e a qualidade da forragem produzida. Pode apresentar baixo teor de água disponível para as plantas se a textura do horizonte A for arenosa. Nesses solos, a adubação orgânica também é essencial para melhorar a fertilidade, reduzir perdas de nutrientes por lixiviação e aumentar a água disponível para as plantas.

Outra restrição desse solo é sua suscetibilidade à compactação, principalmente quando o horizonte A for de textura média ou mais argilosa. Deve-se tomar os cuidados necessários no uso de mecanização, levando-se em consideração a umidade adequada de trabalho para evitar problemas de compactação e, conseqüentemente, redução de infiltração de água e aparecimento de camadas adensadas que dificultam o crescimento radicular.

Neossolos quartzarênicos

Este solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada ou avermelhada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. Apesar da baixa agregação entre as partículas do solo, considerando-se o relevo de ocorrência, o processo erosivo causado pelas chuvas não é alto, porém deve-se atentar para a erosão eólica.

Por ser solo profundo, se não houver impedimento químico, não existe limitação física para o desenvolvimento radicular em profundidade. Devido à sua textura, os teores de matéria orgânica e nutrientes são muito baixos, necessitando de aporte por adubação. Ainda em relação à fertilidade, quando apresentam o caráter álico ($m > 50\%$), ou distrófico ($V < 50\%$), há limitação ao desenvolvimento radicular em profundidade. Essa limitação pode ser intensificada por causa da baixa retenção de água para as plantas (textura essencialmente arenosa).

Assim, considerando-se a baixa retenção de água e nutrientes, práticas de manejo que aumentem o teor de matéria orgânica do solo são essenciais para a manutenção da qualidade dos solos e da sustentabilidade dos sistemas de produção de palma-forrageira implantados nesses ambientes.

O uso de adubos químicos, inclusive os fosfatados, deve ser parcelado, devido à baixa capacidade de troca catiônica (CTC) desse solo, que permite lixiviação intensa de nutrientes. Considerando sua baixa capacidade tampão, não se deve utilizar doses muito elevadas de calcário, pois o pH do solo pode se elevar a valores acima dos desejáveis. Isso pode acarretar, além das perdas de eficiência da adubação e do aumento de custos com adubos, sérios problemas ambientais, como a poluição dos mananciais de água.

Segundo Santos et al. (2015), as perdas por lixiviação de nitrogênio (N) e potássio (K) em solos de textura leve dependerá de uma série de fatores, principalmente do regime de chuva, da dose aplicada, da cultura, ou do sistema de cultivo estabelecido, além da textura do solo. No entanto, a lixiviação de N, por exemplo, pode ser um problema sério em anos mais chuvosos ou quando se aplica nitrogênio em excesso. De acordo com esses, a situação se reverte para o fósforo (P), pois a menor adsorção e maior movimentação do nutriente no solo favorecem o fornecimento desse elemento às plantas, resultando em menores doses a serem aplicadas e economia para o produtor.

No entanto, vale ressaltar que o uso de doses elevadas de P também pode acarretar em movimentação do nutriente no perfil do solo e no aumento do risco de eutrofização dos mananciais. Assim, a dose máxima de P a ser aplicada no solo, depende de características como teor de argila, de matéria orgânica e presença de óxidos de Fe e Al, não podendo ser generalizada apenas pela classe textural. Por isso, para solos arenosos ou muito arenosos, sempre é vantajosa a prática de parcelamento da adubação, sendo difícil definir doses máximas permitidas de maneira generalizada, em razão dos diversos fatores envolvidos.

Os detalhes sobre o manejo da adubação em solos arenosos serão discutidos no item sobre adubação. Correspondem a apenas 0,80% da cobertura pedológica do estado da Paraíba e apesar de apresentar aptidão agrícola para a palma-forrageira, está localizado na região mais próxima do litoral, considerada inapta para a cultura em função das condições climáticas.

Neossolos litólicos

Normalmente ocorrem em relevo ondulado ou muito movimentado, são solos rasos, e geralmente a soma dos horizontes até a rocha não ultrapassa 50 cm. A associação dessas características (relevo e profundidade) dificulta a mecanização e o desenvolvimento radicular da planta e diminuem a disponibilidade de água, deixando a cultura mais suscetível aos períodos de restrição hídrica. Por causa de suas características de profundidade, também não se recomenda o uso de irrigação suplementar, principalmente de água de baixa qualidade, por causa dos riscos de salinização.

Se for eutrófico ($V > 50\%$), haverá condições adequadas para o crescimento vegetal, desde que a rocha não seja muito dura. No entanto, o risco de erosão é elevado, devido não só a sua baixa profundidade, que limita a infiltração de água, mas também ao declive acentuado. Se for distrófico ($V < 50\%$) ou álico ($m > 50\%$) e considerando seus baixos teores naturais de P, seu potencial nutricional será ainda mais limitado, necessitando de calagem e adubação para garantir o atendimento das exigências nutricionais da palma-forrageira. No entanto, essa classe de solo, que representa 28,50% da cobertura pedológica do estado da Paraíba, é considerada inapta ou com alta restrição para o cultivo da palma-forrageira.

Neossolos flúvicos

Sua ocorrência é próxima a rios ou linhas de drenagens no relevo plano, sendo evidentes a estratificação das camadas de solo depositadas, que se diferenciam pela cor e textura, apresentando boa profundidade. Podem ser eutróficos ou distróficos, onde há diferentes necessidades de correção da fertilidade para o fornecimento adequado de nutrientes para a palma-forrageira. Há risco de inundação, que pode ser frequente ou muito frequente, e maior suscetibilidade à salinização. Por isso, é um solo pouco recomendado para uso já que a palma-forrageira é sensível ao encharcamento. Além disso, por estarem próximos aos mananciais, a retirada da mata ciliar e o uso de fertilizantes e agrotóxicos, principalmente em grandes quantidades, podem acarretar sérios problemas ambientais relacionados ao assoreamento de rios, contaminação da água e alteração dos ecossistemas aquáticos.

Neossolos regolíticos

São solos com horizonte A (superficial) sobrejacente ao horizonte C (também chamado de saprolito e corresponde à zona de transição entre o solo e a rocha mãe) ou Cr (rocha alterada) e contato lítico (contato do solo com material endurecido que impedem o crescimento radicular, podendo ser rocha sã ou alterada pelo intemperismo) a uma profundidade maior que 50 cm. São excessivamente drenados, podendo apresentar horizontes endurecidos em profundidade, denominados de fragipã e/ou duripã. Por serem de textura predominantemente arenosa, os Neossolos Regolíticos apresentam alta suscetibilidade à erosão, principalmente quando ocorrem em relevo mais movimentado.

Nesses solos, é muito importante a utilização de práticas de manejo conservacionistas no plantio e manejo do palmar (cultivo em cordões de contorno, terraceamento, adubação verde, consórcios com outras forragens etc.). Por possuírem sua composição granulométrica essencialmente arenosa, apresentam alta permeabilidade e baixa capacidade de retenção de umidade.

Assim, o uso de adubação orgânica é essencial para a melhoria da capacidade de retenção de água e nutrientes. Essas condições são acentuadas quando o solo é de textura cascalhenta. Na presença de fragipã, a drenagem interna do perfil torna-se menos acentuada, o que é de grande valia para a região semiárida, por favorecer a presença da água no solo por mais tempo.

Quanto à fertilidade, devido à predominância da fração areia, a disponibilidade de nutrientes é baixa, porém, maior que nos Neossolos Quartzarênicos, mesmo nos solos eutróficos. Essa característica é acentuada em solos com muito material na fração grosseira, com poucos minerais primários intemperizáveis. Nesse caso, a disponibilidade de nutrientes por volume de solo é ainda mais reduzida. Além da necessidade de adubação orgânica, comentada anteriormente, os fertilizantes químicos devem ser fornecidos de forma parcelada, para reduzir as perdas de nutrientes por lixiviação.

Latossolos

Ocorrem predominantemente em relevo plano ou suave ondulado, apresentam cor amarelada ou vermelho-amarela, homogênea em profundidade, e podem apresentar textura média, argilosa ou muito

argilosa.

Apresentam boas condições para mecanização agrícola e para um bom desenvolvimento radicular do palmar devido à profundidade e ao relevo associado. Além disso, apresentam boas condições de fertilidade quando eutrófico ($V > 50\%$). No entanto, se for álico, distrófico ou ácrico (solos mais intemperizados e indicando pobreza nutricional e acidez), haverá limitações de ordem química em profundidade, que restringem o desenvolvimento do sistema radicular da palma-forrageira. Nesses casos, é necessário um bom planejamento de fertilização, com calagem, gessagem e adubação orgânica e química.

Em geral, apresentam boa capacidade de retenção de água, diminuindo a vulnerabilidade do sistema de produção em áreas ou períodos menos chuvosos. Quando a textura for argilosa ou muito argilosa, mas também se a textura for média, especialmente se o teor de areia fina for alto, apresentarão suscetibilidade à compactação pelo uso inadequado de mecanização.

Cambissolos

Pouco representativos no estado da Paraíba (0,34% da área), os Cambissolos ocorrem em relevo predominantemente ondulado, forte ondulado ou montanhoso, e geralmente não são profundos. É comum ocorrer também em terraços de rios ou riachos. Não há aumento no teor de argila em profundidade, com textura variando de média a muito argilosa.

Quando eutrófico ($V > 50\%$) não apresenta restrições de fertilidade, havendo condições adequadas para o enraizamento do palmar em profundidade. Se apresentar caráter distrófico ou álico haverá limitação ao desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, que pode ser prejudicado, também, pela presença de rochas duras em profundidade.

Assim, um programa de correção e adubação baseado no estudo da fertilidade do solo e na extração de nutrientes pela cultura aumenta a capacidade de produção e a qualidade nutricional da forragem. Nesse solo, a mecanização agrícola é dificultada se o relevo for movimentado e a suscetibilidade à compactação também se constitui em uma limitação ao uso, especialmente se o teor de silte for alto. O produtor deve sempre observar a necessidade de uso de práticas de manejo conservacionistas como cultivo em curva de nível, em faixa ou em cordão de contorno, manutenção da cobertura do solo, adubação verde, consórcio com outras forrageiras, calagem e adubação, sistemas integrados de cultivo (ILPF) entre outras, que reduzam os riscos de degradação do solo pela erosão.

Planossolos

Geralmente ocorrem nos terraços de rios ou riachos ou no terço superior de encosta, portanto, podem apresentar ou não ocorrência de encharcamento (hidromorfismo). Nesse caso, apresentam mosqueados ou cores acinzentadas ao longo do perfil. A mudança textural é abrupta entre os horizontes superficial (horizonte A) e subsuperficial (horizonte B). Essa característica lhe confere alta suscetibilidade à erosão.

A presença de sódio (Na) associada à fração argila com CTC elevada proporcionará camadas com alto grau de adensamento ou endurecidas, que dificultam a penetração de raízes, de implementos agrícolas e infiltração de água, sendo também muito suscetível à compactação. Esses são os principais fatores limitantes desse solo para o uso agrícola. Se for álico ($m > 50\%$) ou distrófico ($V < 50\%$), apresenta restrição química ao adequado enraizamento em profundidade. Quando eutrófico, em geral haverá condição favorável ao enraizamento em profundidade. No entanto, contém altos teores de Na que proporcionam toxidez às plantas cultivadas.

Apesar de terem boa representatividade no estado da Paraíba, com cerca de 8,5% da cobertura pedológica (Tabela 1), não são recomendados para o uso agrícola e devem ser deixados para manutenção da vegetação natural. O seu uso pode acarretar em baixas produtividades e baixa qualidade da forragem, além de causar problemas ambientais relacionados à erosão e à desertificação.

Gleissolos

Com pouca representatividade no estado da Paraíba (0,60% da área), ocorrem em geral nos terraços de rios e riachos, portanto, em áreas de topografia suave. É marcante a diferença no teor de argila entre os horizontes superficial e subsuperficial e é característica a presença de estrutura colunar.

Quando apresentam gradiente textural elevado, são muito suscetíveis à erosão, também favorecida pela baixa permeabilidade do horizonte B, devido à alta concentração de Na. Além disso, a compactação e o caráter salino (condutividade elétrica do solo (CE) >4 dS/m) também são fatores limitantes ao desenvolvimento das culturas. Também não são recomendados para o uso agrícola.

Vertissolos

São solos pouco representativos no estado da Paraíba (1,89% da área), em que há a presença de fendas profundas e o microrelevo gilgai [microrelevo típico de solos argilosos que têm um alto coeficiente de expansão com aumento no teor de umidade, devido à presença de argilas expansivas (2:1), mas que podem ser destruídos pelo manejo mecânico]. Por isso, quando molhado, a consistência desse solo é muito plástica e muito pegajosa e, quando seco, é muito dura ou extremamente dura; no estado úmido, é muito firme. Essa característica dificulta a mecanização, pois só há uma pequena faixa de umidade adequada para o uso de máquinas e implementos, além de a presença de grandes torrões não permitir uma adequada mistura dos adubos ao solo.

São solos normalmente férteis, com alta saturação por bases, mas podem apresentar pH elevados, reduzindo a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas. Nesses casos, o manejo da adubação é mais complexo, pois em geral o solo apresenta alta capacidade de fixação de K, baixa disponibilidade de P e micronutrientes, e elevadas perdas de N por volatilização devido ao pH. Apresentam riscos mais elevados de salinização e, por isso, as práticas de adubação e de irrigação, quando for o caso, devem ser adequadamente manejadas.

Mais detalhes sobre as características dos solos descritos no texto, bem como sua abrangência na região do Semiárido tropical brasileiro, suas potencialidades e limitações de uso e manejo podem ser encontrados em Cunha et al. (2008, 2010), Amaral (2011) e Embrapa Solos (2018).

Autores deste tópico: Vanderlise Giongo, Tony Jarbas Ferreira Cunha, Tatiana Ayako Taura, Alessandra Monteiro Salviano

Cultivares

Rafaela Priscila Antônio
Anderson Ramos de Oliveira
Tadeu Vinhas Voltolini

Diversos genótipos de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) são encontrados no Brasil e no estado da Paraíba. Dentre eles a palma `Miúda` [*Nopalea cochenillifera* (L) Salm-Dyck] que é muito difundida no Semiárido brasileiro. As palmas `Gigante` e `Redonda` [*Opuntia ficus-indica* (L) Miller] foram também amplamente difundidas na região Semiárida brasileira, entretanto, por serem suscetíveis à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), tiveram suas áreas dizimadas ou substituídas por outras cultivares em alguns estados. Entretanto, essas palmas ainda têm áreas representativas em regiões que tiveram pouca incidência ou não apresentaram registros da cochonilha-do-carmim, como no estado da Bahia e no Semiárido mineiro, respectivamente. A cochonilha-do-carmim é uma praga importante que pode causar grandes prejuízos nos sistemas de produção de palma-forrageira.

Dessa forma, a utilização de cultivares resistentes, seja em novas áreas ou para reforma do palmar, é a principal medida de controle, já que o controle químico aumenta os custos da produção, com necessidade de utilização de maior quantidade de mão de obra.

As cultivares de palma-forrageira registradas no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) do Brasil, e que são consideradas como resistentes à cochonilha-do-carmim são Miúda, IPA Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana, as quais são apresentadas a seguir:

1) `Palma Miúda` ou `Doce` (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) = [*Opuntia cochenillifera* (L.) Mill.] – Registrada no Mapa em 2011 como cultivar IPA-100004, sob número de registro 2785.

Quando comparada à espécie *Opuntia ficus-indica* Mill. , é mais exigente em água, por isso é mais adaptada às áreas mais úmidas do Semiárido brasileiro, como parte do estado da Paraíba (Santos et al., 1997). Apresenta cladódios curtos e estreitos, com pequena relação comprimento:largura, formato elíptico médio, espessura fina, coloração verde-média, moderada cerosidade, sem ondulação na margem, com quatro aréolas na fileira central, aréolas de cor cinza, variando de 0 a 3 espinhos por aréola, conforme os descritores morfológicos de Gallegos-Vázquez et al. (2005) (Figura 1).

Foto: Rafael Dantas dos Santos



Figura 1. `Palma Miúda` ou `Doce` [*Nopalea cochenillifera* (L) Salm-Dyck].

2) `Palma Orelha de Elefante Mexicana` (*Opuntia stricta* Haw) ou palma-de-espinho, Subespécie *espatatae* – foi registrada pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) no Mapa, em 2011, como IPA-200016, sob o número de registro 27852. É uma introdução do IPA de material vindo do México.

Apresenta cladódios largos, com espessura grossa e de coloração verde-escura, forte cerosidade, com ondulação na margem e cinco aréolas na fileira central, aréolas de cor marrom, variando de 0 a 4 espinhos por aréola, conforme os descritores morfológicos de Gallegos-Vázquez et al. (2005) (Figura 2). Tem pequenos espinhos.

Foto: Tadeu Vinhas Voltolini



Figura 2. `Palma Orelha de Elefante Mexicana` (*Opuntia stricta* Haw).

3) `Palma Baiana`, `Mão de Moça` ou `IPA Sertânia` [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck = *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill] – Cultivar registrada pelo IPA no Mapa, em 2011, como IPA-200205, sob número de registro 27850. É considerada uma mutação da cultivar Miúda, com cladódios de tamanho superior, mas com menor número de brotações.

Apresenta adaptação ao cultivo no Semiárido brasileiro, hábito de crescimento erguido, com cladódios de comprimento médio, largura estreita, pequena relação comprimento:largura do cladódio, formato elíptico médio, espessura grossa e de coloração verde-amarelada, moderada cerosidade, sem ondulação na margem, com cinco aréolas na fileira central, aréolas de cor cinza, variando de 0 a 4 espinhos por aréola, conforme os descritores morfológicos de Gallegos-Vázquez et al. (2005) (Figura 3).

Foto: Tadeu Vinhas Voltolini



Figura 3. `Palma IPA Sertânia` (`Baiana` ou `Mão de Moça`) [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck].

4) Outras variedades de palma `Doce` [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck = *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill].

As cultivares registradas pelo IPA no Mapa, em 2010, Palmepa PB1, sob o número 27467, e Palmepa PB4, sob o número 27470, também são do tipo palma doce. No entanto, não têm sido difundidas.

Em relação ao desempenho produtivo, Rocha Filho et al. (2021) relatam produtividades variando de 17,2 t a 28,3 t de matéria seca (MS) por hectare ao ano para a palma-forrageira cultivada em condição de sequeiro (dependência de chuva), a partir de diversos estudos realizados no Semiárido brasileiro.

Quanto às cultivares resistentes à cochonilha-do-carmim (Miúda, Orelha de Elefante Mexicana e IPA Sertânia), em avaliação realizada em Unidade de Referência Tecnológica (URT) no município de Tenório, PB, as produtividades variaram de 22,27 t a 32,81 t de MS por hectare, como média de duas colheitas, em intervalo de 12 meses cada (Federação da Agricultura e Pecuária do Estado da Paraíba, 2020). Neste estudo, o cultivo foi realizado em condição de sequeiro, com densidade de 40 mil plantas por hectare.

A composição química das cultivares de palma-forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim estão apresentadas na Tabela 1, observando-se baixos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), e fibra em detergente neutro (FDN), além de elevada concentração de carboidratos não fibrosos (CNF).

Tabela 1. Composição química das cultivares de palmas Miúda, Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e IPA Sertânia.

Nutriente % da matéria seca (MS)	Cultivar		
	Miúda	Orelha de Elefante Mexicana	IPA Sertânia
Matéria seca, % do alimento	9,6	7,7	7,4
Extrato etéreo	1,7	1,9	1,6
Proteína bruta	4,6	6,9	5,9
Fibra em detergente neutro	24,6	26,2	23,6
Fibra em detergente ácido	12,8	23,6	14,0
Carboidratos não fibrosos	53,9	50,9	50,4
Lignina	1,6	2,9	1,5

Fonte: Rocha Filho et al. (2021).

Quanto à composição mineral das cultivares de palma-forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim, o destaque é para os teores de cálcio e potássio para os macrominerais e manganês, e ferro dentre os micronutrientes (Tabela 2).

Tabela 2. Composição mineral das cultivares de palmas Miúda, Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e IPA Sertânia.

Nutriente	Miúda	Orelha de Elefante Mexicana	IPA Sertânia
		(g/kg de MS)	
P	5,48 a 7,05	3,87 a 5,80	4,17 a 6,70
K	34,41	28,20	26,01
Ca	53,69 a 67,62	54,40 a 64,49	62,89 a 65,79
Mg	7,25	7,17	7,04
S	3,62	3,59	2,98
		(mg/kg de MS)	
B	38,64 a 69,91	53,32 a 68,98	44,79 a 68,84
Cu	2,69 a 3,61	4,68 a 5,45	2,33 a 2,93
Fe	96,43	116,59	99,99
Mn	43,97 a 166,41	185,88 a 317,73	81,25 a 162,42
Zn	70,99	80,33	71,01

MS = matéria seca.

Fonte: Silva (2019a).

Autores deste tópico: Anderson Ramos de Oliveira, Rafaela Priscila Antônio, Tadeu Vinhas Voltolini

Plantio

Tadeu Vinhas Voltolini
Anderson Ramos de Oliveira

Alessandra Monteiro Salviano
Sergio Guilherme de Azevedo

O adequado plantio influencia positivamente no estabelecimento e na produtividade da cultura. A implantação de área de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) representa um investimento financeiro considerável para a propriedade, devendo ser bem conduzida para que seja produtiva e utilizada por longo tempo.

Além da definição da melhor época para o plantio, esse processo envolve a obtenção e o preparo de cladódios, espaçamento e população de plantas e a posição dos cladódios no solo.

Obtenção e preparo dos cladódios para o plantio

A propagação da palma-forrageira pode ser realizada por meio de sementes, obtidas a partir dos frutos, que é um método com maior importância para os programas de melhoramento genético, pois possibilita variabilidade genética. Contudo, a forma de propagação mais utilizada para as áreas de cultivo é por meio dos cladódios (raquetes), utilizando-se o cladódio inteiro. A propagação com o uso dos cladódios permite o rápido estabelecimento e a multiplicação clonal. Neste caso, cada cladódio terá a mesma base genética da planta-matriz.

O uso de cladódios para o plantio, provenientes de áreas e de plantas sem sinais de pragas e doenças, bem desenvolvidas e uniformes, associado ao adequado processo de cura, irá proporcionar uma rebrota rápida, homogênea e com pouca perda de cladódios e plantas. Os cladódios devem ser obtidos a partir de corte efetuado na interseção (junta), com o uso de faca ou outros instrumentos de corte bem afiados e higienizados, realizando-se a higienização das ferramentas antes de iniciar o corte e também ao longo de todo o processo, o que reduz a possibilidade de transmissão de doenças.

O processo de "cura" deve ser realizado para que os cladódios percam umidade e para que ocorra a cicatrização. Esse processo consiste em deixar os cladódios durante um determinado período sob a sombra de árvores ou em local coberto e ventilado, preferencialmente sem amontoar, podendo ser cobertos por galhos ou palhada, quando não houver local com sombra. As recomendações para o período de cura têm variado de 5 a 15 dias, a depender das condições ambientais e do teor de matéria seca dos cladódios.

Espaçamentos e população de plantas

O espaçamento representa a distância entre as linhas ou fileiras de plantio e entre as plantas na linha. Para a palma-forrageira há diversas recomendações, a exemplo dos espaçamentos simples, que consiste na disposição de uma única fileira (linha de plantio), em intervalos regulares na área, além dos espaçamentos compostos que representam o uso de fileiras duplas, triplas ou quádruplas.

Espaçamentos simples

O espaçamento 1,0 m x 1,0 m entre linhas e plantas é considerado tradicional para a palma-forrageira e proporciona 10 mil plantas por hectare, o qual tem sido substituído por outras opções que têm possibilitado maior população de plantas.

A diversidade de condições edafoclimáticas do Semiárido, os vários genótipos de palma-forrageira e as diferentes características dos sistemas de produção têm possibilitado o emprego de várias opções de espaçamentos para a palma-forrageira. Os espaçamentos, por sua vez, determinam a população de plantas ou a densidade de plantio. O plantio no qual se adota o espaçamento de 2,0 m entre as linhas e 0,10 m entre as plantas possibilita 50 mil plantas por hectare, enquanto 2,0 m x 0,25 m entre linhas e plantas, respectivamente, resulta em 20 mil plantas por hectare.

Algumas opções de espaçamentos que vêm sendo utilizados em relação aos tradicionais, e suas respectivas densidades de plantio são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Espaçamentos simples (distância entre linhas e entre plantas) utilizados para o plantio de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) no Semiárido brasileiro e a respectiva população de plantas.

Distância entre linhas (m)	Distância entre plantas (m)	População (plantas por hectare)
1,0	0,50; 0,25; 0,20; 0,10	20.000; 40.000; 50.000; 100.000
1,4	0,30; 0,25; 0,20; 0,10	23.810; 28.571; 35.714; 71.429
1,6	0,30; 0,20; 0,10	20.833; 31.250; 62.500
1,8	0,50; 0,30; 0,20; 0,10; 0,09	71.428; 31.250; 18.519
2,0	0,50; 0,25; 0,125; 0,10; 0,0625	10.000; 16.667; 20.000; 40.000; 50.000; 80.000
2,0 a 1,4	0,30 a 0,10	16.667 a 71.428
1,8 a 1,5	0,40 a 0,10	13.889 a 66.667

Fonte: Adaptado de Neves et al. (2010); Cavalcante et al. (2014); Voltolini et al. (2016); Santos et al. (2017, 2019); Senar (2018); Lima et al. (2019); Araújo et al. (2019); Queiroga et al. (2020).

As opções de espaçamentos simples, com maior distância entre as linhas (1,5 m a 2,0 m), em comparação aos de 1,0 m, têm sido utilizadas para proporcionar melhor monitoramento e controle das plantas invasoras, pragas e doenças, além contribuir com o trânsito de máquinas e implementos para a realização dos tratos culturais e transporte.

O aumento na população de plantas na área (10.000; 20.000 ; 40.000 ; 80.000 plantas por hectare), para as palmas 'Redonda', 'Gigante' e 'Miúda' foi avaliado por Cavalcante et al. (2014). Nessa pesquisa, à medida que a densidade de plantio aumentou, foi obtida maior produtividade aos 24 meses após o plantio. A precipitação acumulada por ano foi em média 728 mm, sendo efetuada adubação com NPK (08-28-16) aplicando-se 250 kg/ha e 10 t/ha de esterco ovino, além de duas adubações de cobertura com 50 kg de N/ha em cada aplicação, na forma de ureia.

Esse resultado demonstra, de um lado, que as condições satisfatórias de precipitação pluviométrica associadas à adubação das áreas e ao manejo da cultura favorecem o adensamento no plantio da palma-forrageira. Por outro lado, nas áreas mais secas do Semiárido e com solos menos férteis, têm sido utilizados espaçamentos que proporcionam menores adensamentos (Albuquerque, 2000; Neves et al., 2010), uma vez que a população de plantas determina a área a ser explorada pela parte aérea e pelas raízes, influenciando na disponibilidade de água, luz e nutrientes.

A densidade de plantio em equilíbrio com as condições ambientais da região proporciona maior produtividade e possibilita maior vida útil da área de produção de palma-forrageira. Além disso, é importante analisar cuidadosamente a relação custo/benefício na definição da população de plantas, uma vez que os cladódios são um dos mais importantes componentes do custo de implantação.

As experiências com palma-forrageira na Embrapa Semiárido têm considerado as condições edafoclimáticas das regiões, as estratégias de manejo (sequeiro/irrigada, fertilização das áreas), além das características de crescimento das cultivares para a definição dos espaçamentos.

Nas regiões mais secas, como no Sertão do São Francisco, em Pernambuco, e sem o uso da irrigação, têm sido utilizadas populações de até 17.860 plantas por hectare, enquanto, nas demais, o uso de 40 mil plantas por hectare tem possibilitado respostas produtivas satisfatórias. Com o uso da irrigação e o aporte regular de água nos meses com ausência de chuva, tem sido utilizado o espaçamento de 2,0 m x 0,10 m, proporcionando 50 mil plantas por hectare (Figura 1).

Ilustração: Katellyn Nascimento

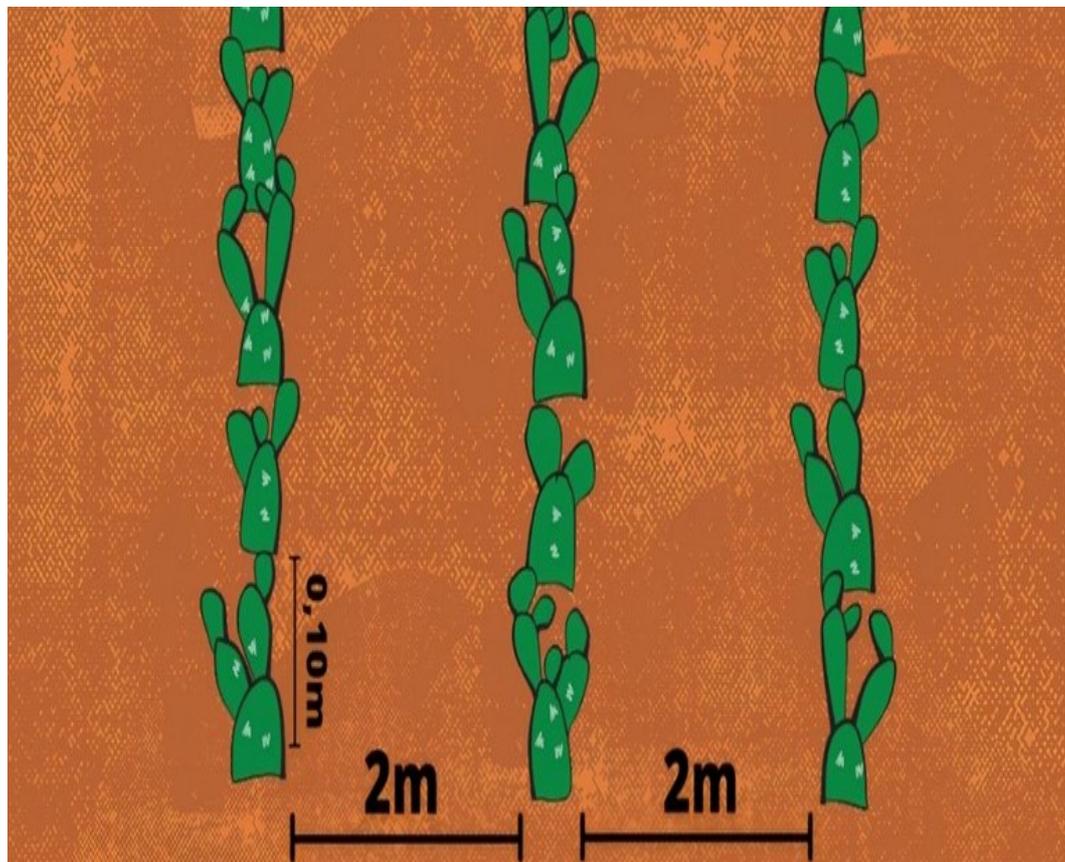


Figura 1. Exemplo de espaçamento simples com 2 m entre as ruas e 0,10 m entre as plantas.

Em relação às cultivares, a Orelha de Elefante Mexicana apresenta maior crescimento lateral em comparação com a Miúda e a IPA Sertânia, sendo assim, o espaçamento entre linhas para essa cultivar tem sido maior, variando de 1,8 m a 2,0 m, enquanto, para a Miúda e a IPA Sertânia, têm sido empregados os espaçamentos variando de 1,5 m a 1,8 m.

Linhas duplas, triplas ou quádruplas

Os espaçamentos compostos são aqueles em que há um conjunto de linhas de plantio, podendo ser duas, três ou quatro, intercaladas com uma área mais espaçada, sendo normalmente aplicados nos cultivos consorciados, ou para a realização de tratos culturais com tração mecanizada. As linhas de plantio mais espaçadas favorecem o cultivo consorciado, enquanto a tração mecanizada reduz a mão de obra para os tratos culturais, podendo contribuir na redução dos custos de produção. Há também várias opções de espaçamentos compostos utilizados no cultivo da palma-forrageira, as quais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Espaçamentos compostos (fileiras duplas, triplas ou quádruplas) utilizados para o cultivo da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) na região semiárida brasileira.

Distância entre as linhas (m)	Distância entre as linhas e entre as plantas (m)	População (plantas por hectare)*
1,3	0,20 x 0,20	66.667
1,5	0,30 x 0,20; 0,50 x 0,20; 0,50 x 0,40; 0,50 x 0,50; 0,50 x 0,10 a 0,30	55.556; 50.000; 25.000; 20.000; 100.000; 33.333
1,8	0,50 x 0,40; 0,50 x 0,20	21.739; 43.478
2,0	0,30 x 0,10	86.956
3,0	1,0 x 1,0; 1,0 x 0,50	5.000; 10.000

3,2	0,80 x 0,40	12.500
3,0	1,0 x 0,25; 1,0 x 0,16; 1,0 x 0,125	20.000; 31.250; 40.000
4,0	1,0 x 0,25	16.000

*Estimativa considerando-se fileiras duplas.

Fonte: Adaptado de Albuquerque (2001); Donato et al. (2017a); Santos et al. (2017, 2019); Araújo et al. (2019); Lima et al. (2019); Queiroga et al. (2020).

Na Embrapa Semiárido, as pesquisas com espaçamentos compostos foram realizadas justamente com o intuito de facilitar os tratos culturais e o transporte da forragem colhida, além de ampliar o uso de tração mecanizada e possibilitar o cultivo consorciado com outras espécies vegetais. A partir desses estudos, foram recomendados os espaçamentos 3,0 m x 0,8 m x 0,4 m ou 3,2 m x 0,8 m x 0,4 m em fileiras duplas ou quádruplas (Albuquerque, 2000).

Portanto, para o cultivo da palma-forrageira, há várias possibilidades de espaçamentos e essa diversidade é importante para atender aos diferentes sistemas de produção. Um exemplo desse modelo de espaçamento é o 3,0 m x 1,0 m x 0,25 m (Donato et al., 2017a) (Figura 2).

Ilustração: Katellyn Mascimento

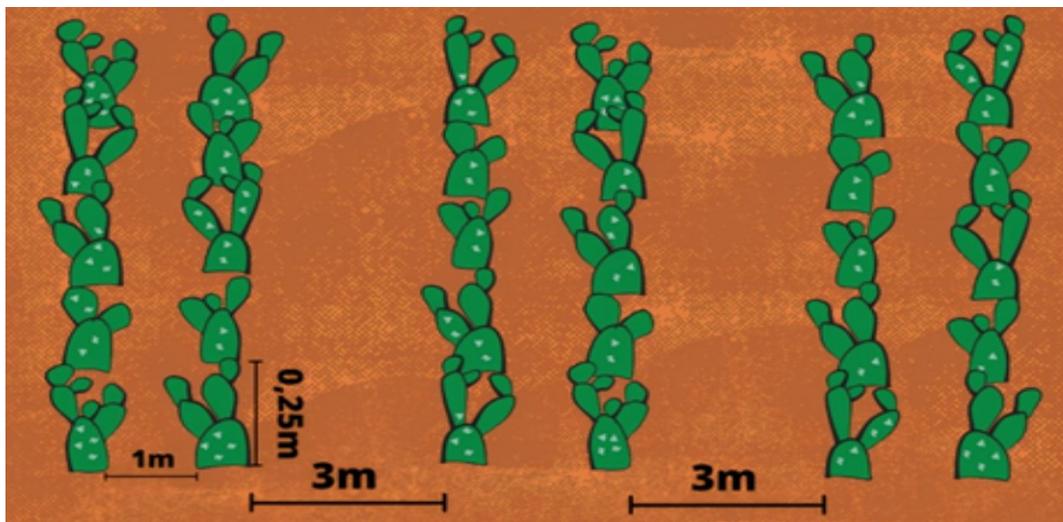


Figura 2. Exemplo de espaçamento duplo com linhas duplas espaçadas a cada 3,0 m, 1,0 m entre cada uma das linhas e 0,25 m entre as plantas.

Diversos autores indicam que o adensamento no cultivo, ou seja, o plantio com maior número de plantas na área, aumenta a produtividade (Ramos et al., 2011; Cavalcante et al., 2014; Queiroga et al., 2020). De acordo com Lima et al. (2019) e Santos et al. (2019), nem sempre o aumento na densidade de cultivo leva à maior produtividade, considerando-se que o espaçamento determina a área a ser explorada pela parte aérea e pelo sistema radicular, interferindo na disponibilidade de água, luz e nutrientes para as plantas.

Posição dos cladódios no solo

A posição do cladódio no plantio pode ser inclinada ou vertical dentro da cova ou sulco, de modo que fique com 40% a 50% de sua área enterrada, permitindo boa fixação do cladódio no solo e 50% a 60% acima, para proporcionar área de emissão de brotos e interceptação de luz.

Autores deste tópico: Alessandra Monteiro
Salviano, Anderson Ramos de Oliveira, Tadeu Vinhas
Voltolini, Sergio Guilherme de Azevedo

Nutrição mineral, calagem e adubação

Alessandra Monteiro Salviano
Vanderlise Giongo
Tony Jarbas Ferreira Cunha (in memoriam)

A palma (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.), quando colhida, é ofertada aos animais fora da área de cultivo, não permitindo a ciclagem de nutrientes, seja por meio da deposição de excretas ou pelas características da cultura. Como não há deposição de cladódios no solo, também não há formação de serrapilheira (também chamada de liteira, que é a camada formada pela deposição dos restos vegetais como folhas, caules, ramos, frutos, flores, sementes e acúmulo de material orgânico vivo em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo) nas áreas de cultivo, deixando o solo descoberto e reduzindo a ciclagem de nutrientes. Assim, os processos de extração de nutrientes pela colheita da palma são superiores aos de adição via ciclagem, acarretando na depleção dos teores de nutriente no solo.

Desse modo, ao longo do tempo, se os nutrientes não forem repostos, comprometerão a capacidade de suporte das áreas de cultivo, necessitando de uma agricultura itinerante e de baixa eficiência que culmina na degradação dos solos e elevação dos riscos de desertificação. Assim, para otimizar a produtividade dos cultivos de palma, o uso de estratégias que contemplem a aplicação de corretivos e fertilizantes é fundamental para a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Outro aspecto importante são as características da maior parte dos solos do Semiárido, arenosos e de baixa fertilidade, apresentando uma baixa capacidade de suporte para qualquer cultivo. Assim, visando à sustentabilidade e à maior resiliência do sistema de produção, é importante implementar práticas de manejo que melhorem a qualidade desses solos. Para isso, faz-se necessário um manejo adequado da fertilidade por meio do uso de calagem, gessagem e adubação adequada, tanto por meio de fertilizantes químicos quanto orgânicos, bem como de outras técnicas como adubação verde, rotação de cultura, consórcios, e etc., aumentando sua capacidade de fornecer nutrientes às plantas.

Um terceiro aspecto, mas não menos importante, diz respeito à qualidade dos cladódios. O uso de fertilizantes, principalmente as fontes de fósforo e nitrogênio, quando os demais nutrientes estão em condições satisfatórias, pode aumentar a produtividade e o teor de proteína da forragem, por exemplo. Isso é muito importante, já que o desempenho animal está diretamente ligado à qualidade nutricional dos cladódios, ao teor de proteína e à digestibilidade (Iqbal et al., 2020), que, por sua vez, estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes. Diante disso, utilizar adubos e corretivos pode ser uma estratégia viável, não somente para aumentar a produtividade, mas também a qualidade nutricional da forragem.

Gomes et al. (2018) avaliaram os efeitos da adubação combinada de nitrogênio e fósforo, e da frequência de colheita sobre a composição química de cladódios da palma-forageira `Gigante` [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller] em dois municípios do estado do Ceará. Os pesquisadores observaram que o efeito da adubação com N e P sobre os teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, matéria orgânica e carboidratos totais dos cladódios varia com o tipo de cladódio, com a frequência de colheita e com o local de plantio. Cladódios provenientes de colheita bianual apresentam maiores quantidades de massa seca, carboidratos totais e fibra em detergente neutro, mas menores teores de proteína bruta, independentemente do local de plantio. No entanto, a colheita anual melhora a qualidade nutritiva de cladódios, variando de acordo com o local de cultivo. O uso das mesmas doses e manejo de nutrientes nas duas áreas de cultivo não proporcionaram os mesmos resultados, podendo até reduzir algumas variáveis analisadas. O acúmulo e exportação de nutrientes foram diferenciados em função do local de plantio, adubação e manejo de corte. As condições edafoclimáticas modulam a resposta da planta à adubação, principalmente em regiões semiáridas. Por isso, recomenda-se que a fertilização em palma-forageira seja planejada de acordo com o potencial produtivo, manejo da colheita, da região de cultivo e do tipo de solo, com base na necessidade nutricional e considerando-se a eficiência de recuperação de nutrientes.

Porém, até chegar ao processo de adubação, é necessário conhecer a área de plantio (características edafoclimáticas), selecionar cultivares, definir a densidade de plantas e o nível tecnológico a ser utilizado, escolher o tipo de adubação e utilizar quantidades de adubo de acordo com as necessidades nutricionais da planta e a fertilidade do solo.

Diagnose da fertilidade do solo

O manejo da adubação deve ser realizado com base na fertilidade dos solos, nas exigências nutricionais e nos padrões de acúmulo de nutrientes pela palma, de forma a disponibilizá-los na quantidade adequada e de forma sincronizada com a demanda da cultura. Para isso, precisamos realizar a diagnose da fertilidade do solo; conhecer as exigências nutricionais da palma, em função do genótipo/variedade cultivado(a) e das características do sistema de produção, como o uso ou não de irrigação, intervalo de colheita, produtividade esperada, etc.

A diagnose do solo é o estudo detalhado das condições químicas e físicas do solo que visam conhecer o seu potencial para disponibilizar nutrientes para as plantas e definir estratégias de manejo de correção e fertilização mais adequadas de modo a aumentar a eficiência de uso dos adubos, a produtividade e, conseqüentemente, a sustentabilidade dos sistemas de produção.

A amostragem do solo é a primeira etapa, e também a mais crítica, para diagnose adequada da fertilidade do solo por meio da análise química. Fatores como a experiência do agricultor e o conhecimento do histórico das áreas são importantes para definir a qualidade da amostragem do solo e não comprometer a representatividade do resultado da análise química obtida, ou seja, que esse resultado represente adequadamente a área onde foi coletada a amostra. Isso garante recomendações mais eficientes, evitando-se deficiências ou excessos na aplicação de adubos que trazem prejuízos ao produtor, seja por reduzir a produtividade e a qualidade da forragem, por aumentar o custo de produção, ou por causar problemas ambientais causados, entre eles a salinização e a contaminação do solo ou dos mananciais.

Para garantir que a amostra seja representativa, o responsável pela coleta deve separar a área em diferentes glebas de acordo com diferenças em cor, textura (argiloso, arenoso, siltoso, etc.), topografia (baixada, plano, encosta e topo), uso atual (contendo vegetação remanescente ou cultivado), adubação (recebe adubação ou não, discriminando principalmente o uso de fosfato natural ou pó de rocha).

Deve-se atentar para a representatividade de sua amostra composta. A respeito de quantidade do solo, é bom saber:

a) Uma estimativa considerando-se que a densidade do solo igual a 1,4 e a camada amostrada seja de 20 cm de profundidade, 1 ha de solo possuirá 2.800 t de solo.

b) Uma amostra composta padrão encaminhada ao laboratório para análises físicas e químicas pesará, em média, 500 g; e a quantidade utilizada pelo laboratório não passará de 20 g.

c) Considerar, também, que uma amostra composta poderá representar de 10 ha a 20 ha. Assim, deve-se evitar usar apenas uma amostra composta para representar áreas muito grandes, mesmo aparentemente homogêneas.

O solo apresenta, naturalmente, grande variabilidade espacial de suas características químicas e físicas, e essa variabilidade pode ser ainda maior em solos sob uso agrícola, com prática de adubação.

Amostragem do solo

O solo poderá ser amostrado em qualquer época do ano, antecedendo o plantio da palma e desde que a área não passe por um cultivo temporário entre o período da amostragem do solo e o cultivo da palma. Esses cultivos também extraem nutrientes que podem alterar a disponibilidade destes para os cultivos sucessivos, neste caso, da palma. Entretanto, cabe salientar que o que é disponibilizado para planta é a quantidade de nutrientes que está adsorvida nas argilas do solo (capacidade de troca de cátions) e migrou para a solução do solo por difusão ou fluxo de massa.

Utiliza-se como critério e bom senso, encaminhar as amostras de solo para a análise 3 meses antes da data prevista da primeira operação agrícola referente ao plantio da palma. Isso permitirá o uso de calagem, gessagem, fosfatagem para correção da acidez do solo, redução da salinidade/sodicidade e melhoria da fertilidade com a antecedência recomendada antes do plantio. É aconselhável repetir a amostragem para a análise de solo uma vez a cada ano. É importante ressaltar que o uso do histórico dos resultados das análises, associado ao registro das recomendações de adubações, da produtividade,

da qualidade da palma produzida, das precipitações anuais etc., é uma importante ferramenta para o alcance de um manejo mais eficiente das adubações.

Após subdividir a área a ser amostrada em subáreas ou glebas homogêneas, deve-se retirar uma amostra composta. Para tal, é necessário coletar, no mínimo, 15 amostras simples em vários pontos do terreno nas camadas de 0-20 cm (Figura 1) e 20 cm-40 cm, colocando o solo em recipiente (balde de plástico) limpo. Em seguida, misturar bem todo o solo coletado e, dessa mistura homogeneizada, retira-se, aproximadamente, 0,5 kg de solo, para acondicioná-lo num saco de plástico limpo ou numa caixinha de papelão, que representará a amostra composta.

A fase de identificação é tão importante quanto a coleta para evitar erros de diagnóstico e recomendação.

Ilustração: Katellyn Nascimento

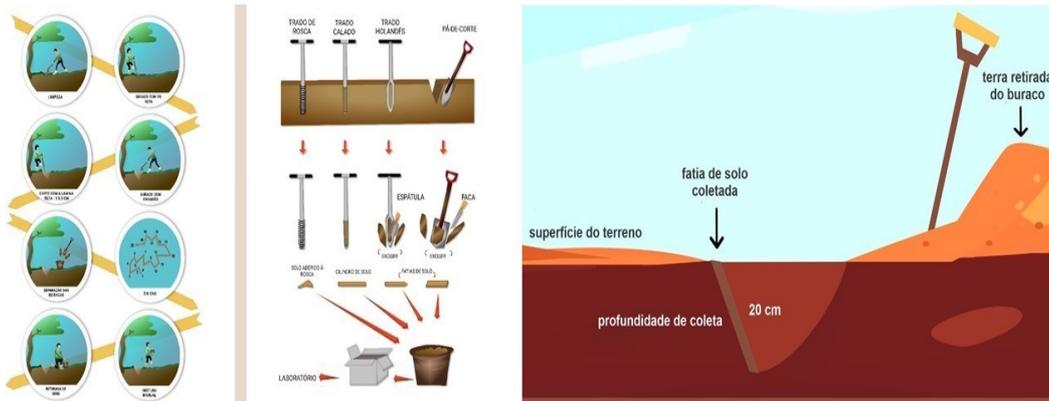


Figura 1. Representação da forma de coleta do solo.

As amostras podem ser coletadas com trado (Figura 2), com cano galvanizado de 1 ou 3/4 de polegada, ou ainda com enxadeco e pá reta. No caso de usar o enxadeco, a amostra deve ser coletada na fatia de 0-20 cm de profundidade. Dispositivos automatizados de coleta também já são encontrados. Quando se utiliza o cano galvanizado, o uso da marreta auxilia na sua introdução no solo.

Ilustração: Katellyn Nascimento



Figura 2. Ferramentas para a coleta manual de amostras de solo.

Interpretação de análises químicas do solo

Com os resultados das análises químicas do solo, é necessário interpretá-las para avaliar os desvios de fertilidade existentes e para a tomada de decisão em relação ao manejo a ser recomendado, como correção de salinidade, acidez e deficiências de nutrientes. Para isso utilizam-se tabelas com classes de interpretação da fertilidade do solo (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Apesar de essas tabelas não terem sido elaboradas para as condições específicas de cada estado ou região, abrangem extenso banco de dados com solos de diferentes classes e granulometrias, sendo amplamente utilizadas devido à deficiência na disponibilidade de informações para outras regiões.

Tabela 1. Classes de interpretação para acidez ativa do solo (pH)⁽¹⁾.

Classificação química						
Acidez muito elevada	Acidez elevada	Acidez média	Acidez Fraca	Neutra	Alcalinidade fraca	Alcalinidade elevada
< 4,5	4,5 - 5,0	5,1 - 6,0	6,1 - 6,9	7,0	7,1 - 7,8	> 7,8
Classificação agrônômica ⁽²⁾						
Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto		
< 4,5	4,5 - 5,4	5,5 - 6,0	6,1 - 7,0	> 7,0		

⁽¹⁾pH em H₂O, relação 1:2,5, TFSA: H₂O; ⁽²⁾ a qualificação indica adequado (bom) ou inadequado (muito baixo e baixo ou alto e muito alto).

Fonte: Alvarez V et al. (1999).

Tabela 2. Classes de interpretação da fertilidade do solo.

Característica	Unidade	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio ⁽¹⁾	Bom	Muito bom
Carbono orgânico (CO) ⁽²⁾	g/kg	≤ 4,0	4,1-11,6	11,7-23,2	23,3-40,6	> 40,6
Matéria orgânica (MO) ⁽³⁾	g/kg	≤ 7,0	7,1-20,0	20,1-40,0	40,1-70,0	> 70,0
Cálcio trocável ⁽⁴⁾	cmol _c /dm ³	≤ 0,40	0,41-1,20	1,21-2,40	2,41-4,00	> 4,00
Magnésio trocável ⁽⁴⁾	cmol _c /dm ³	≤ 0,15	0,16-0,45	0,46-0,90	0,91-1,50	> 1,50
Acidez trocável ⁽⁴⁾	cmol _c /dm ³	≤ 0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,00 ¹¹	> 2,00 ¹¹
Soma de bases (SB) ⁽⁵⁾	cmol _c /dm ³	≤ 0,60	0,61-1,80	1,81-3,60	3,61-6,00	> 6,00
Acidez potencial (H+Al) ⁽⁶⁾	cmol _c /dm ³	≤ 1,00	1,01-2,50	2,51-5,00	5,01-9,00 ¹¹	> 9,00 ¹¹
CTC efetiva (t) ⁽⁷⁾	cmol _c /dm ³	≤ 0,80	0,81-2,30	2,31-4,60	4,61-8,00	> 8,00
CTC pH 7 (T) ⁽⁸⁾	cmol _c /dm ³	≤ 1,60	1,61-4,30	4,31-8,60	8,61-15,00	> 15,00
Saturação por Al ³⁺ (m) ⁽⁹⁾	%	≤ 15	15,1-30,0	30,1-50,0	50,1-75,0 ¹¹	> 75,0 ¹¹
Saturação por bases (V) ⁽¹⁰⁾	%	≤ 20	20,1-40,0	40,1-60,0	60,1-80,0	> 80,0

⁽¹⁾O limite superior dessa classe indica o nível crítico; ⁽²⁾método Walkley & Black; ⁽³⁾MO = 1,724 x C.O; ⁽⁴⁾ extrator KCl 1 mol/L; ⁽⁵⁾ SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺; ⁽⁶⁾ extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol/L, pH 7; ⁽⁷⁾ t = SB + Al³⁺; ⁽⁸⁾ T = SB + (H + Al); ⁽⁹⁾ m = 100 Al³⁺/t; ⁽¹⁰⁾ V = 100 SB/T; ⁽¹¹⁾ a interpretação dessas características nessas classes deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

Fonte: Alvarez V et al. (1999).

Tabela 3. Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo e para o potássio.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Argila (%)			⁽¹⁾ Fósforo (P) (mg/dm ³)		
60-100	≤ 2,7	2,8-5,4	5,5-8,0	8,1-12,0	> 12,0
35-60	≤ 4,0	4,1-8,0	8,1-12,0	12,1-18,0	> 18,0
15-35	≤ 6,6	6,7-12,0	12,1-20,0	20,1-30,0	> 30,0
0-15	≤ 10,0	10,1-20,0	20,1-30,0	30,1-45,0	> 45
			Potássio (K) disponível (mg/dm ³)		

≤ 15

16-40

41-70

71-120

> 120

(1) Extrator Mehlich-1. Para transformar mg/dm³ de K em cmol_c/dm³ dividir por 390.

Fonte: adaptado de Alvarez V et al. (1999).

Tabela 4. Classes de interpretação da disponibilidade para os micronutrientes.

Micronutriente	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio ⁽¹⁾	Bom	Muito bom
			-----mg/dm ³ -----		
Zinco (Zn) ²	≤ 0,4	0,5-0,9	1,0-1,5	1,6-2,2	> 2,2
Manganês (Mn) ²	≤ 2	3-5	6-8	9-12	> 12
Ferro (Fe) ²	≤ 8	9-18	19-30	31-45	> 45
Cobre (Cu) ²	≤ 0,3	0,4-0,7	0,8-1,2	1,3-1,8	> 1,8
Boro (B) ³	≤ 0,15	0,16-0,35	0,36-0,60	0,61-0,90	> 0,90

(1)O limite superior desta classe indica o nível crítico; (2)método de extração: Mehlich-1; (3)método de extração: água quente.
Fonte: Adaptado de Alvarez V et al. (1999).

A partir dessa interpretação pode-se decidir sobre a adubação. Os teores classificados como médios nas tabelas são considerados como nível crítico (NC) do nutriente no solo, ou seja, o teor disponível necessário para a obtenção da produção de máxima eficiência econômica, considerando-se que não existam outros fatores limitantes da produção. Assim, quanto menores esses teores no solo, maiores as doses a serem aplicadas e maior a probabilidade de resposta das culturas à adubação. No entanto, em teores mais elevados, maiores que o nível crítico, a resposta à adubação, em produtividade, é menor, reduzindo também a eficiência econômica dessa prática (Tabela 5).

Tabela 5. Probabilidade de resposta à aplicação de fósforo (P) e potássio (K) no sulco.

Classe de interpretação da fertilidade para teores de P e K	Probabilidade de resposta à adubação para P e K (%)
Baixo	95-100
Médio	65-95
Alto	30-65
Muito alto	10-30

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1998).

Além da redução no retorno econômico, a aplicação de doses elevadas de adubos, quando a fertilidade do solo está elevada (altos teores de nutrientes no solo) aumenta os riscos de salinização, perdas por lixiviação (principalmente em solos arenosos) e, conseqüentemente, contaminação do solo e da água.

Vale ressaltar que a interpretação dessas classes deve ser feita levando-se em consideração, também, a cultura de interesse e, se possível, as variedades cultivadas, devido à grande variabilidade em exigências nutricionais e tolerância à fatores adversos do solo, como salinidade, acidez, alcalinidade, alagamento, e etc. Essa relação será apresentada mais especificamente para a cultura da palma no item relacionado à nutrição e à adubação. Quando os teores estão classificados como "muito bom", pode-se usar como estratégia de adubação a reposição das quantidades extraídas pela cultura durante o ciclo de produção. Essa estratégia também será discutida no item que tratará da demanda nutricional.

Outra informação importante que deve ser avaliada durante a diagnose da fertilidade do solo é a ocorrência de salinidade. Apesar de o sódio (Na) ser considerado como um nutriente benéfico para as plantas CAM (Broadley et al., 2012), seus teores elevados no solo, bem como a condutividade elétrica muito elevada, podem prejudicar o desenvolvimento radicular das plantas e causar desordens fisiológicas devido à sua toxicidade, bem como desequilíbrios nutricionais.

Assim, deve-se avaliar a necessidade de utilizar estratégias de manejo para reduzir a salinidade e a sodicidade, entre elas o uso de corretivos do solo e de genótipos de palma mais tolerantes à salinidade.

Nesse sentido, Freire (2012), avaliou a resposta de 20 clones de palma ao estresse salino e, observou que os genótipos apresentam diferentes graus de adaptação às condições de salinidade da água e do solo. Segundo a autora, o clone Liso forrageiro apresentou a melhor tolerância (ciclo mais longo), enquanto Chile Fruit e Copena-V1 apresentaram menor tolerância entre os clones avaliados (baixo desenvolvimento radicular), quando irrigados com água salina (CE=3,6 dS/m). As maiores produtividades foram alcançadas pela 'Orelha de Elefante Africana', 'IPA Clone 20' e 'Orelha de Elefante Mexicana'. Assim, em caso de salinidade do solo ou da água de suplementação, o uso desses genótipos, ou de outros identificados como tolerantes, deve ser considerado pelos produtores. Na Tabela 6 pode-se observar as classes de interpretação para a salinidade do solo.

Tabela 6. Classes de interpretação para salinidade do solo.

Classificação	Característica*
Solos normais	CE ¹ < 2 dS/m PST ² < 15% pH < 8,5
Solos salinos	CE > 2 dS/m PST < 15% pH < 8,5
Solos sódicos	CE < 2 dS/m PST > 15% pH > 8,5
Solos salino sódicos	CE > 4 dS/m PST > 15% pH < 8,5
Não sódico	PST <7
Ligeiramente sódico	7-10
Medianamente sódico	11-20
Fortemente sódico	21-30
Excessivamente sódicos	>30
pH	
<7	Quanto menor o pH maior a quantidade de H ⁺ na solução do solo
<7,5	Não contém carbonatos
<8,5	PST pode ser >15% ou < 15%
>8,5	PST quase sempre > 15% e presença de carbonatos formados com cálcio, magnésio e sódio, entre outros.

*Proposto por Bohn et al. (1985). ⁽¹⁾CE: condutividade elétrica; ⁽²⁾PST: porcentagem de saturação por sódio.

Fonte: Adaptado de Queiroz et al. (2010).

Dependendo da composição granulométrica do solo e do tipo de argila presente, os efeitos do sódio na dispersão da argila e na desagregação do solo podem ocorrer em valores bem mais baixos de PST (<15%). Solos mais argilosos e com a presença de argilas expansivas (presentes em solos expansivos, que racham quando secos) são mais suscetíveis ao efeito do sódio na dispersão. Além do tipo de solo, para avaliação dos riscos da sodificação (excesso de sódio no solo, representado pelo aumento da PST) e salinização (excesso de sais, mas sem predominância de sódio, representado pela CE), também devem ser levados em consideração o local na paisagem onde o solo está localizado e o manejo utilizado. Locais mais baixos na paisagem ou com deficiência de drenagem tendem a acumular mais sais. Sistemas de produção com grande adição de fertilizantes são mais propensos à salinização, sendo necessário o monitoramento dessas áreas.

A seguir são apresentadas as faixas de suficiência e níveis críticos para os atributos químicos do solo em função da produtividade da palma cultivada em ambiente semiárido (Tabela 7). No entanto, ressalta-se que, apesar do avanço, e da Tabela 7 foi elaborada para condições edafoclimáticas específicas (solo de textura média, com adubação orgânica, condições climáticas do município de Guanambi, BA) e considerando-se as exigências nutricionais e o potencial produtivo da variedade Gigante.

Mais detalhes sobre a metodologia utilizada para a elaboração da Tabela 7 podem ser observados no rodapé dessa tabela e em Donato et al. (2017b). Assim, elas devem ser usadas com cautela em outras

condições de cultivo, fazendo-se as calibrações necessárias para condições diferentes, principalmente no que concerne aos solos de textura mais fina e, principalmente, com argila de alta atividade como os Vertissolos, por exemplo, e sob regime pluviométrico diferente.

Tabela 7. Faixas de suficiência (FS) e níveis críticos de atributos (NCRIZ) químicos do solo na profundidade de 0-20 cm e classes de produtividade de matéria seca (MS), para palma-forrageira `Gigante` [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller] cultivada no Semiárido baiano.

Classe ⁽¹⁾	MS	pH	MO	P	K	Ca	Mg
	t/ha por ciclo	H ₂ O	g/kg	-----mg/dm ³ -----	-----mg/dm ³ -----	-----cmol _c / dm ³ -----	
Muito baixa	< 17,0	< 5,3	< 10,0,	< 10	< 60,0	< 1,6	< 0,6
Baixa	17,0 - 21,8	5,3 - 5,6	10,0 - 13,0	10 - 22,0	60,0 - 100,0	1,6 - 2,0	0,6 - 1,0
Média (suficiente)	21,8 - 31,2	5,6 - 6,3	13,0 - 20,0	22,0 - 48,0	100 - 180	2,0 - 3,0	1,0 - 1,6
Boa (alta)	31,2 - 36,0	6,3 - 6,7	20,0 - 23,0	48,0 - 60,0	180 - 220	3,0 - 4,0	1,6 - 2,0
Muito boa (muito alta)	≥ 36,0	≥ 6,7	≥ 23,0	≥ 60,0	≥ 220	≥ 4,0	≥ 2,0
⁽²⁾ NCRIZ	23,75	6	13,8	21,7	101,4	2,2	1
Classe	H+Al	SB	T	T	V	P - rem	CE
	-----cmol _c /dm ³ -----				%	mg /L	dS/ m
Muito baixa	<1,0	<2,5	<2,5	<4,1	<52,4	<39,8	<0,3
Baixa	1,0 - 1,4	2,5 - 3,3	2,5 - 3,3	4,1 - 4,9	52,4 - 61,1	39,8 - 41,7	0,3 - 0,4
Média (suficiente)	1,4 - 2,0	3,3 - 4,8	3,3 - 4,8	4,9 - 6,6	61,1 - 78,5	41,7 - 45,6	0,4 - 0,7
Boa (alta)	2,0 - 2,3	4,8 - 5,6	4,8 - 5,6	6,6 - 7,4	78,5 - 87,2	45,6 - 47,6	0,7 - 0,8
Muito boa (muito alta)	≥ 2,3	≥ 5,6	≥ 5,6	≥ 7,4	≥ 87,2	≥ 47,6	≥ 0,8
⁽²⁾ NCRIZ	1,5	3,7	3,7	5,7	67,4	40,8	0,4

⁽¹⁾Classes estabelecidas a partir de dados de ensaio experimental com palma-forrageira `Gigante` submetida a diferentes doses de adubação orgânica, cultivada em solo de textura média, classe franco-argilo-arenosa. Para transformar mg/dm³ de K em cmol_c /dm³ dividir por 390. ⁽²⁾Maia et al. (2001).

MO – matéria orgânica; H+Al – Acidez potencial; SB – Soma de bases; t- Capacidade de troca catiônica efetiva do solo; T – Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; V- Saturação por bases; P-rem – Fósforo remanescente, concentração de P na solução de equilíbrio após agitar durante 1 hora a terra fina seca ao ar (TFSA) com solução de CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10; CE – Condutividade elétrica dos solos. NCRIZ – Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida. Fonte: Adaptado de Donato et al. (2017b).

Estratégias de recomendação de adubação

A diagnose da fertilidade é muito importante, considerando-se a manutenção de produtividades elevadas e a qualidade da forragem produzida. A palma é uma cultura exigente, pois absorve grandes quantidades de nutrientes; assim a reposição desses nutrientes é importante para a manutenção da qualidade do solo sob cultivo.

O uso de calagem e/ou gesso como estratégia para aumentar a saturação por bases e reduzir problemas relacionadas à salinidade, inclusive em camadas mais profundas do solo, antes da implantação da área, e de adubação fosfatada em fundação, são estratégias importantes para a correção de desvios da fertilidade.

Quando, ao longo dos anos e com manejo adequado de adubação orgânica e química, os teores nos solos são elevados a níveis considerados muito bons, pode-se trabalhar com a reposição de nutrientes

pelos dados de extração pela cultura ou, melhor ainda, quando se têm as informações específicas para a variedade cultivada.

Diagnose nutricional das plantas

A análise do solo indica a disponibilidade de nutrientes presentes no solo e que potencialmente podem ser absorvidos pelas plantas. Já a análise foliar, de acordo com a Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1998), pode ser usada para confirmar a diagnose feita por sintomas visuais, avaliar o estado nutricional da planta mostrando possíveis ocorrências de deficiências e excessos de nutrientes, antes mesmo que eles sejam expressos em sintomas visuais (fome escondida), localizar áreas ou manchas de solo onde ocorre a deficiência de um ou mais nutrientes, determinar se os nutrientes aplicados foram absorvidos pela planta, entender sobre a interação entre os diferentes nutrientes (quando o excesso na aplicação de um reduz a absorção do outro, por exemplo), estudar o funcionamento interno dos nutrientes, bem como sugerir testes adicionais ou estudos para identificar possíveis problemas na produção (quantidade e qualidade). Quando a cultura apresenta sintomas de deficiência ou de excesso de nutrientes, a produtividade e a qualidade da forragem já podem ter sido comprometidas. A partir do uso dessas ferramentas em conjunto é possível traçar um programa de adubação mais eficiente, principalmente para plantas de ciclo mais longo como a palma-forrageira.

Donato et al. (2017b) destacam que a análise química dos cladódios para ajustes de adubação é mais recomendada e deve ser de uso mais frequente que a análise de solo, principalmente por seu uso permitir avaliar, também, sua qualidade nutricional. Na Tabela 8 pode-se observar as classes de interpretação estabelecidas por Donato et al. (2017b) para a interpretação do estado nutricional da palma-forrageira `Gigante`.

Tabela 8. Teores de proteína bruta (PB), macros e micronutrientes nos cladódios de palma-forrageira `Gigante` associados à produtividade de matéria seca (MS) cultivada em solo textura média, sob diferentes doses de adubação orgânica no Semiárido baiano.

Classe ⁽¹⁾	MS (t/ha por ciclo)	PB	g/kg ⁻¹					
			N	P	K	Ca	Mg	S
Deficiente	< 17,0	< 80,3	< 10,0	< 0,6	< 25,3	< 18,3	< 7,0	< 0,7
Marginal	17,0 - 21,8	80,3 - 95,1	10,0 - 12,9	0,6 - 0,9	25,2 - 31,6	18,3 - 23,2	7,0 - 9,5	0,7 - 1,0
Suficiente	21,8 - 31,2	95,1 - 124,8	13,0 - 18,9	1,0 - 1,7	31,6 - 44,1	23,2 - 32,8	9,5 - 14,3	1,1 - 1,9
Bom	31,2 - 36,0	124,8 - 139,7	19,0 - 21,9	1,8 - 2,1	44,1 - 50,4	32,8 - 37,6	14,3 - 16,7	2,0 - 2,3
Muito bom	≥ 36,0	≥ 139,7	≥ 22,0	≥ 2,2	≥ 50,4	≥ 37,6	≥ 16,7	≥ 2,3
⁽²⁾ NCRIZ	23,75	111,1	14,4	1,0	31,9	24,6	10,2	1,1
Classe	MS (t/ha por ciclo)	B	mg/kg ⁻¹					Na
			Cu	Fe	Mn	Zn		
Deficiente	< 17,0	< 17,1	< 1,1	< 28,4	< 136,0	< 15,0	< 16,6	
Marginal	17,0 - 21,8	17,1 - 22,3	1,1 - 2,0	28,4 - 61,1	136,0 - 260,0	15,0 - 30,6	16,6 - 29,8	
Suficiente	21,8 - 31,2	22,3 - 32,7	2,0 - 3,7	61,1 - 126,6	260,0 - 507,7	34,5 - 57,8	29,8 - 56,2	
Bom	31,2 - 36,0	32,7 - 37,8	3,7 - 4,5	126,6 - 159,3	507,7 - 631,6	57,8 - 69,5	56,2 - 69,3	
Muito bom	≥ 36,0	≥ 37,8	≥ 4,5	≥ 159,3	≥ 631,6	≥ 69,5	≥ 69,3	
⁽²⁾ NCRIZ	23,75	23,7	1,6	62	111	30,3	19,4	

⁽¹⁾ Classes estabelecidas a partir de dados de ensaio experimental: no qual utilizaram 30 t/ha, 60 t/ha e 90 t/ha por ciclo, de esterco bovino, em 72 parcelas, foram definidos os valores dos teores de PB e macronutrientes nos tecidos dos cladódios associados à produtividade de MS, para avaliação do estado nutricional da palma forrageira `Gigante` pela técnica da faixa de suficiência (FS) e nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida (NCRIZ). ⁽²⁾ Maia et al. (2001).

Fonte: Adaptado de Donato et al. (2017b).

De acordo com Donato et al. (2017b), na amostragem dos cladódios para a análise química devem ser escolhidos os recém-maduros, da posição mediana da planta, evitando-se a retirada daqueles jovens (topo da planta) ou muito lignificados (parte mais baixa). Assim como para a amostragem de solo, a área deve ser estratificada em partes homogêneas, considerando-se cor, textura e topografia do solo, variedade e características do manejo cultural, coletando-se de 10 a 20 amostras simples para cada amostra composta, que deverá ter em torno de 250 g a 500 g de material verde. Essa quantidade é essencial para garantir o volume de amostra seca necessário para a análise no laboratório.

A coleta das amostras se dá pelo uso de uma serra-copo adaptada a uma furadeira, retirando-se uma fatia circular e uniforme do cladódio escolhido. Mais detalhes da metodologia de construção das tabelas e ilustrações do esquema de amostragem podem ser consultados em Donato et al. (2017b).

Exigências nutricionais

As exigências nutricionais da palma correspondem às quantidades de nutrientes necessárias para a planta completar os ciclos vegetativo e reprodutivo. Entretanto, o potencial produtivo máximo varia de acordo com os genótipos e se expressa em condições ideais, nas quais água e nutrientes não são limitantes, além de outros estresses bióticos ou abióticos.

Assim, para o alcance de produtividades elevadas, o produtor precisa realizar o manejo adequado da fertilidade do solo, visando atender às necessidades nutricionais da palma. Para isso, é necessário entender as diferenças entre os conceitos de extração e exportação de nutrientes. A extração ou absorção de nutrientes refere-se à quantidade de um nutriente que a palma necessita retirar do solo para produzir uma tonelada de forragem. Já a exportação refere-se às quantidades de nutrientes retiradas da área a cada corte da forragem. Em plantas graníferas e frutíferas, a extração e exportação são diferentes; nas forragens são semelhantes, mas dependerá do tipo de corte realizado.

A seguir são apresentadas as extrações de nutrientes e recomendações de adubações de acordo com estudos realizados considerando-se cultivares/genótipos, densidade populacional e estimativa de produtividade (Tabelas 9, 10 e 11).

Tabela 9. Exportação de macronutrientes (kg/t de MS produzida) e micronutrientes (g/t de MS produzida) em seis genótipos de palma-forrageira cultivadas em ambiente semiárido, Petrolina, PE.

Nutriente	Genótipo					
	Gigante	IPA	Língua de Vaca	Orelha de Elefante Mexicana	Orelha de Elefante Africana	Redonda
N	8,3	7,0	9,6	5,6	10,9	7,3
P-P ₂ O ₅	3,0	3,4	3,4	1,6	3,2	3,0
K-K ₂ O	29,9	32,9	32,5	26,4	33,1	35,9
Ca	16,2	21,3	14,8	24,4	18,2	17,1
Mg	3,5	3,6	3,9	3,6	2,8	3,5
S	2,4	1,9	2,7	1,9	2,3	1,8
B	36,3	31,7	40,2	42,5	40,5	25,4
Cu	4,8	5	4,7	8,7	5,1	4,5
Fe	63,6	84,5	103,7	94,6	96,4	101,2
Mn	57,5	54,4	57,9	133,7	137,4	47,6
Zn	52,7	52,1	44,0	20,5	59,1	54,2

Espaçamento: 1,0 m x 1,0 m e intervalo de corte de 24 meses.

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2020a, 2020b).

Independente do genótipo, os macronutrientes mais acumulados foram o nitrogênio (N), potássio (K) e cálcio (Ca) (Tabela 9). No entanto foram observadas duas sequências de acúmulo: Ca>K>N, para os genótipos IPA e Língua de Vaca e K>Ca>N, para os genótipos Gigante, Orelha de Elefante Mexicana, Orelha de Elefante e Redonda.

Todos os genótipos apresentaram a mesma sequência de acúmulo de magnésio, enxofre e fósforo (Mg>S>P).

As quantidades extraídas de nutrientes (Tabela 9), principalmente N, são menores que os observados por Silva et al. (2016), devido à baixa utilização de insumos na área onde foram coletados os dados.

Silva et al. (2016), avaliando a extração e a exportação de nutrientes e produção de matéria seca na palma-forrageira `Gigante`, cultivada em diferentes espaçamentos, adubações e colhida aos 620 dias após o plantio (Tabela 10) observaram que, de um modo geral, alguns nutrientes são requeridos em maior proporção que outros e estabeleceram a seguinte ordem decrescente de macronutrientes e micronutrientes extraídos: K>Ca>N>Mg>S>P>Mn>Zn> Fe>Na>B >Cu (Tabela 9). Não houve interação entre adubação e espaçamentos, mas as adubações elevaram as extrações principalmente de N, P e S, no espaçamento 1 m x 0,50 m e aumentaram a produção de matéria seca. Além disso, considerando-se o balanço entre as quantidades de nutrientes fornecidas pelas adubações e as extraídas pela palma, os pesquisadores observaram um deficit, indicando que as doses aplicadas não são suficientes para que a planta expresse seu potencial de produção.

Assim, com o cultivo contínuo, é provável que as reservas de solo diminuam e comprometam ainda mais a produtividade e a longevidade da cultura, exigindo doses maiores para a plena produção.

Tabela 10. Extração/exportação média (kg/t de MS produzida) de macros e micronutrientes (g/t de MS produzida) da palma forrageira cultivar Gigante (620 dias após o plantio) sob diferentes fertilizações químicas e espaçamentos.

Nutriente	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha ao ano)				Média
	000-000-000	000-150-000	200-150-000	200-150-100	
N	11,8	15,3	25,7	27,2	20,0
P-P ₂ O ₅	1,9	3,0	3,1	3,3	2,8
K-K ₂ O	31,2	31,8	30,5	39,9	33,3
S	1,1	2,1	6,6	6,6	4,1
Ca	29,2	33,2	28,4	31,3	30,5
B	25,0	25,0	24,3	28,3	25,6
Cu	4,6	4,6	5,9	6,6	5,4
Fe	44,7	55,9	53,2	61,1	53,7
Mn	1.069,5	730,9	1.997,6	2.442,6	1.560,1
Zn	64,4	64,4	81,5	80,9	72,8
Na	47,3	41,4	34,2	40,1	40,8
Produtividade (t/ha)	15,2	16,8	17,6	18,9	17,1

População de 20 mil plantas por hectare com espaçamentos de 1,0 m x 0,5 m; 2,0 m x 0,25 m.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2016).

Vale destacar que as quantidades de manganês (Mn) extraídas (Tabela 10) estão bem mais elevadas que as observadas em outros trabalhos, principalmente nos tratamentos onde se aplicou o sulfato de amônio como fonte de N por seu potencial de reduzir o pH do solo, aumentando a disponibilidade de alguns micronutrientes. O uso da fertilização mineral não foi tão efetivo quanto à elevação da produtividade, provavelmente por dois motivos: por não ter sido suficiente para que a planta demonstre seu potencial e pelo desbalanço nutricional, já que outros nutrientes não foram fornecidos, limitando a produtividade e por efeito de toxidez de Mn. Na Tabela 11, são apresentadas as quantidades de nutrientes acumulados na palma-forrageira considerando-se a alta produtividade (27 t/ha de MS) e baixa produtividade (15 t/ha de MS).

Tabela 11. Quantidade de nutrientes acumulados em cladódios de alta produtividade (27 t/ha de MS) e baixa produtividade (15 t/ha de MS) para palma-forrageira `Gigante` cultivada em condições semiáridas sob fertilização orgânica no estado da Bahia.

Produtividade esperada	N	P-P ₂ O ₅	K-K ₂ O	S	Ca	Mg
	-----kg/t-----					

Alta ⁽¹⁾	15,6	3,3	45,6	1,6	28,0	11,9
Baixa ⁽²⁾	14,3	3,2	41,5	1,4	30,0	12,1
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na ⁽³⁾
	-----g/t-----					
Alta	27,5	2,9	93,9	383,8	46,2	43,0
Baixa	28,0	2,9	82,0	523,6	51,5	42,2

⁽¹⁾populações adubadas com 0 e 30 t ha⁻¹; ⁽²⁾populações adubadas com 60 e 90 t ha⁻¹; ⁽³⁾o Na é considerado um micronutriente para plantas CAM (Broadley et al., 2012).

Cabe salientar que a quantidade total extraída dependerá da disponibilidade dos nutrientes no solo (provenientes da própria matriz do solo ou da solubilização de fertilizantes adicionados) e do potencial produtivo da planta, considerando condições não limitantes, como o estresse hídrico, por exemplo.

O conhecimento das quantidades de nutrientes utilizadas para produzir cada tonelada de matéria seca permite ajustar o manejo nutricional da cultura em função da produtividade esperada ou da produtividade obtida no último ciclo, desde que a fertilidade do solo esteja em níveis mais elevados, de modo a aumentar a eficiência de produção, melhorar a qualidade nutricional da forragem, repor a fertilidade do solo e aumentar a sustentabilidade do sistema de produção.

Calagem

A prática da calagem é essencial para promover a neutralização do alumínio trocável (Al³⁺), um elemento tóxico às plantas, e aumentar a disponibilidade de fósforo (P), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) em solos ácidos. Mesmo em solos que não apresentem problemas de toxidez de Al e acidez, mas que contenham teores baixos de Ca²⁺ e Mg²⁺, como os que ocorrem no Semiárido, é necessário avaliar a aplicação desses nutrientes também por outras fontes para que se obtenha maior produtividade e melhor qualidade dos cladódios sem o risco de supercalagem. Essa avaliação deve ser feita em função das características do solo e histórico de manejo de cada propriedade.

O calcário deve ser aplicado a lanço e incorporado ao solo por meio de gradagem, com antecedência mínima de 30 dias antes da instalação do cultivo da palma. Deve-se lembrar que a reação do calcário no solo, neutralizando sua acidez e liberando os cátions básicos para a solução de solo, só se processa na presença de umidade, e será mais lenta quanto mais grosseira for a granulometria de suas partículas. Na escolha do calcário, deve-se dar preferência ao calcário dolomítico, porque, além do cálcio, possui, também, teores de magnésio, mantendo em equilíbrio a relação Ca:Mg no solo.

É importante salientar que o calcário precisa ter um PRNT (poder relativo de neutralização total) elevado, igual ou acima de 80% e a quantidade de calcário deve ter por base os resultados da análise química do solo.

Assim, o cálculo da quantidade de calcário a ser aplicada poderá ser feito para a elevação da porcentagem de saturação por bases para 80%, conforme a equação a seguir, sendo:

NC = necessidade de calagem, t/ha, na camada de 0-20 cm de profundidade;

V₂ = valor da saturação por bases desejada;

V₁ = valor da saturação por bases inicial do solo;

CTC = capacidade de troca de cátions, em cmol_c/dm³;

PRNT = poder relativo de neutralização total.

A necessidade de calcário também poderá ser calculada pelo método do Ca²⁺ + Mg²⁺ e do Al³⁺:

$NC = [2 \times Al] + [3 - (Ca + Mg)]$, sendo:

NC = necessidade de calagem, t/ha, na camada de 0-20 cm de profundidade;

Al = teor de alumínio trocável do solo;

Ca = teor de cálcio trocável do solo;

Mg = teor de magnésio trocável do solo.

No manual *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco* (Cavalcanti, 1998), o método recomendado para cálculo da necessidade de calagem para palma é:

$NC = f \times [2 - (Ca + Mg)]$.

Em que: $f = 1,5$; $2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $<15\%$, de 15% a 35% e $>35\%$.

Nesse método, a quantidade de corretivo é a necessária para se obter a máxima eficiência econômica do cultivo de palma por meio das quantidades adequadas de Ca e Mg no solo, sem perder de vista o valor adequado de pH, no qual a disponibilidade de macro e micronutrientes está adequada ao desenvolvimento da planta, conforme pode ser observado na Figura 3.

Ilustração: Gabriela Yane Lima

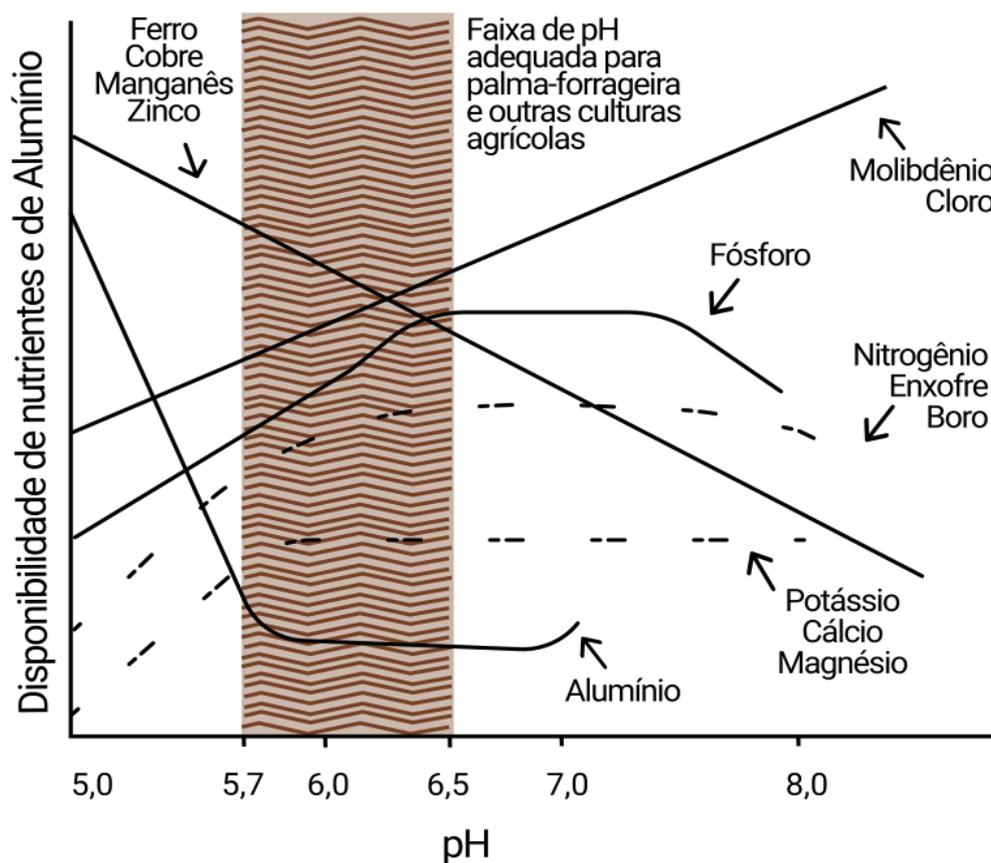


Figura 3. Disponibilidade de nutrientes no solo para absorção pelas raízes das plantas em função do pH.

Fonte: Adaptado de Novais e Mello (2007).

A escolha do método deve ser baseada em critérios técnicos, como textura e capacidade tampão do solo.

Santos et al. (2015), discutindo a dinâmica da fertilidade em solos arenosos, apresentam dados que mostram que, apesar de pequenas doses de calcário aplicadas em solos de textura leve já serem suficientes para a elevação do pH em patamares adequados ao cultivo, doses mais altas não acarretam

elevação acima da faixa de alcalinidade, possivelmente porque, devido ao pequeno poder tampão destes solos, uma parte da dose aplicada fique sem reagir. No entanto, os autores deixam claro que os estudos se restringiram à reação do solo (pH), sem discussão sobre possíveis desequilíbrios entre nutrientes no solo e alteração nas doses requeridas na adubação, bem como retorno econômico. Assim, como sugestão, em solos muito arenosos, deve-se calcular a necessidade de calagem pelos métodos disponíveis, escolhendo o que proporcione a maior recomendação, mas sem exceder a dose de 3 t/ha (PRNT=100%) por aplicação. A experiência do técnico e o conhecimento do histórico de uso e das características específicas do solo da área são essenciais para possíveis ajustes na tomada de decisão pelo produtor.

A aplicação de calcário sem considerar os resultados da análise de solo, muito comum entre os agricultores, não é recomendada. Isso porque, dependendo das características do solo, o pH poderá atingir valores acima de 7,0, o que poderá ocasionar perda de N por volatilização, desequilíbrio entre os nutrientes Ca, Mg e K, reduzindo a absorção do último, e menor disponibilidade de micronutrientes como Cu, Fe, Mn e Zn (Figura 3). A principal vantagem da calagem é aumentar a eficiência da adubação que, quando feita sem critérios técnicos, pode reduzir essa eficiência, trazendo prejuízos econômicos, tanto pelo alto investimento quanto pela baixa produtividade.

Adubação química

A tabela de recomendação de adubação baseada na análise de solo (Tabela 12) indica a quantidade de nutrientes necessária que pode ser suprida por fertilizantes sintéticos e/ou orgânicos, tanto para o plantio quanto para a manutenção da palma. A tabela foi elaborada para condições edafoclimáticas do estado de Pernambuco sem o uso de irrigação, permitindo que a recomendação de adubação seja ajustada para a população de plantas e para a produtividade esperada. Além disso, disponibiliza recomendação por fase da cultura, sendo dividida em duas fases: implantação (plantio e crescimento) e produção (segundo ciclo em diante). Isso permite uma ampla aplicação da tabela pelos produtores.

No entanto, na Tabela 12 não se leva em consideração o estado nutricional do palmar, que é o mais comum em tabelas de recomendação. Mas esses ajustes podem ser realizados pelo agricultor/técnico responsável, a cada ciclo, avaliando-se as adubações utilizadas, as produtividades obtidas, pela observação de sintomas visuais de deficiências e pelos teores foliares de nutrientes (diagnose do estado nutricional da cultura) para averiguar se as quantidades aplicadas de fertilizantes foram suficientes, deficientes ou excessivas, fazendo-se os ajustes necessários para melhorar tanto a produtividade quanto o retorno econômico da prática de adubação.

Outra desvantagem é que, a partir do segundo ciclo de cultivo, a tabela recomenda quantidades iguais de nutrientes, independentemente dos teores observados no solo, considerando-se apenas a produtividade esperada. Isso pode acarretar em quantidades insuficientes de nutrientes, principalmente em níveis mais baixos de fertilidade. No caso de níveis elevados de fertilidade, com teores acima dos níveis críticos, conforme já discutido anteriormente, pode-se utilizar as tabelas de extração e a produtividade esperada para definir a adubação. No entanto, recomenda-se uso da diagnose do estado nutricional e das produtividades alcançadas como importantes ferramentas de ajuste dos programas de adubação em cada propriedade. Outra vantagem das tabelas de extração é a consideração das especificidades da variedade/genótipo utilizado.

Assim, utilizando-se diversas ferramentas para o monitoramento da fertilidade do solo, estado nutricional das plantas e produtividade, é possível verificar se o programa de adubação está sendo suficiente para manter a capacidade de suporte do solo e permitir a expressão do potencial produtivo da variedade/genótipo utilizado.

Tabela 12. Tabela de recomendação de adubação de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) para o estado de Pernambuco.

Palma-forrageira	
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Miller; <i>Nopalea cochennilifera</i> (L.) Salm – Dick	
Cultivares	Gigante, Redonda, Miúda, IPA-20
Espaçamentos	2,00 m x 1,00 m ou 3,00 m x 1,00 m x 0,50 m; 1,00 x 0,50 m e 1,00 x 0,25 m
plantas por hectare	(A) 5.000 ou 10.000 (B) 20.000 e (C) 40.000

Produtividade média (t/ha de MS) (2 anos)

(A) 5; (B) 10 e (C)15

Produtividade esperada (t/ha de MS) (2 anos)

(A) 10 (B) 20 e (C) 30

Matéria orgânica Havendo disponibilidade, aplicar 25 m³ /ha de esterco de curral, bem curtido, após cada colheita

Teor no solo	Implantação						2º ciclo em diante		
	Plantio			Crescimento			(A)	(B)	(C)
	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)			
(Não considerado)	-	-	-	40	100	200	40	100	200
P (mg/dm ³)	Fósforo (kg/ha de P ₂ O ₅)								
< 11	50	80	100	-	-	-	40	60	80
11 a 30	-	25	50	-	-	-	40	60	80
> 30	-	-	-	-	-	-	40	60	80
K (cmol _c /dm ³)	Potássio (kg/ha de K ₂ O)								
< 0,12	60	100	130	-	-	-	60	100	130
0,12 a 0,38	30	50	65	-	-	-	60	100	130
> 0,38	-	-	-	-	-	-	60	100	130

Observações: fazer a fertilização do crescimento no início do período de chuvas; caso não haja disponibilidade de matéria orgânica, dobrar as doses sugeridas para N e K₂O.

Fonte: Cavalcanti (1998).

Outras recomendações de adubação de implantação do palmar com os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, considerando-se os teores de matéria orgânica e nutrientes disponíveis no solo, textura do solo e fator capacidade, podem ser observadas nas Tabelas 13 e 14. As duas tabelas são muito ricas em informações que permitem uma boa recomendação de adubação. Recomendações de Ca e Mg em função dos teores dos elementos no solo, bem como de N em função dos teores de matéria orgânica, são importantes informações disponibilizadas. Para diferenciar as recomendações de P, utiliza-se o teor de P no solo e a textura, como capacidade do solo em "fixar" P. Todavia, são específicas para o período de implantação e o primeiro ciclo, além de condições específicas de clima, solo e variedade de Palma que são descritas no rodapé das tabelas e em Donato et al. (2017b). Em condições similares, as tabelas podem ser usadas sem restrições. No entanto, em condições muito diferentes, como em solos com texturas ou com mineralogia da argila muito diferentes, o uso das tabelas deve ser associado às mesmas técnicas e ferramentas discutidas anteriormente para ajuste das recomendações.

Tabela 13. Recomendação de adubação para as fases de implantação e primeiro ano de cultivo com palma-forrageira `Gigante` [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller] no Semiárido baiano.

Nitrogênio (N)				
Teor de MO no solo (g/kg)				
< 10	≥ 10 e < 15	≥ 15 e < 20	≥ 20 e < 25	≥ 25
(1) kg/ha ao ano de N - implantação e primeiro ano				
300	200	150	75	0
Potássio (K)				
(2) Teor de K no solo (mg/dm ³)				
< 60	≥ 60 e < 100	≥ 100 e < 180	≥ 180 e < 220	(3) ≥ 220
(1, 4) kg/ha ao ano de K ₂ O - implantação e primeiro ano				
(4) 600	450	300	150	75
Enxofre (S)				
Teor de MO no solo (g/kg)				
< 10	≥ 10 e < 15	≥ 15 e < 20	≥ 20 e < 25	≥ 25
(1) kg/ha ao ano de S - implantação e primeiro ano				
40	30	20	10	0

(5) Magnésio (Mg)(2) Teor de Mg no solo (cmol_c /dm³)

< 0,6	≥ 0,6 e <1,0	≥ 1,0 e < 1,6	≥ 1,6 e < 2,0	≥ 2,0
200	150	100	50	0

(1) kg/ha ao ano de MgO – implantação

(5) Cálcio (Ca)(2) Teor de Ca no solo (cmol_c /dm³)

< 1,6	≥ 1,6 e < 2,0	≥ 2,0 e < 3,0	≥ 3,0 e < 4,0	≥ 4,0
400	300	150	75	0

(1) kg/ha ao ano de CaO

Adubação orgânica (t /ha ao ano)

(6) ≥ 30

(1) Doses de nutrientes correspondentes ao ano: para primeira colheita, planejada para acontecer 18 meses após o plantio. Utilizar a dose total na estação chuvosa do ano de plantio, dividida em duas aplicações (início e final do período chuvoso). Na estação chuvosa seguinte, devem-se repetir essas mesmas doses também em duas aplicações. (2) Extrator Mehlich-1. (3) Para teores de K no solo maiores que 300 mg/dm³, não adubar com K₂O. (4) Dose de K₂O para máximo retorno econômico da matéria seca (MS) produzida. (5) Se o solo apresentar necessidade de calagem e esta tiver sido realizada, as recomendações de Ca e Mg podem ser dispensadas. (6) Dose referente a esterco bovino aplicado no sulco de plantio; doses maiores que 30 t/ha ao ano, aplicar o restante em cobertura, durante a estação chuvosa. No segundo ano, ainda referente ao primeiro ciclo, e anos subsequentes, aplicar em cobertura imediatamente após cada corte ou no início da estação chuvosa. Fonte: Donato et al. (2017b).

Tabela 14. Recomendação de adubação fosfatada para palma-forrageira `Gigante` [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller] no Semiárido baiano, com base nos teores de fósforo disponível e em medidas do fator capacidade de P dos solos para a fase de implantação do palmal.

Fator capacidade (FC) de fósforo (P) do solo		(2) P no solo (mg/dm ³)	P ₂ O ₅ no plantio (kg/ha ao ano)
(1) P - rem (mg/L)	(1) Teor de argila (%)		
< 38	≥ 35 (textura argilosa)	< 5	150
-	-	≥ 5 e <11	100
-	-	≥ 11 e < 24	60
-	-	≥ 24 e < 30	40
-	-	≥ 30	0
(3) ≥ 38 e < 50	≥ 15 e <35 (textura média)	(4) < 10	150
-	-	≥ 10 e < 22	100
-	-	≥ 22 e < 48	60
-	-	≥ 48 e < 60	40
-	-	≥ 60	0
(5) ≥ 50	< 15 (textura arenosa)	(5) < 20	150
-	-	≥ 20 e < 44	100
-	-	≥ 44 e <60	60
-	-	≥ 60 e < 120	40
-	-	≥ 120	0

(1) O fator capacidade (FC), uma estimativa da capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP), pode estar correlacionado com o fósforo remanescente (P-rem) e/ou com o teor de argila do solo (Ribeiro et al., 1999; Novais et al., 2007). P-rem, concentração de P na solução de equilíbrio após agitar durante 1 hora a terra fina seca ao ar (TFSA) com solução de CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10. (2) Extrator Mehlich-1. (3) Classes de P-rem estabelecidas a partir da adaptação de Ribeiro et al. (1999), com base na CMAP dos solos comumente utilizados com palma-forrageira no Semiárido brasileiro, solos pouco intemperizados, mesmo para os Latossolos, predominantemente caulíníticos, menor FC, comparados a solos sob Cerrado com maior CMAP. (4) Classes estabelecidas a partir de dados de ensaio experimental com palma-forrageira `Gigante` submetida a diferentes doses de adubação orgânica, cultivada em solo de textura média, classe franco-argilo-arenosa, com 340 g/kg de areia

grossa 320 g/kg de areia fina, 140 g/kg de silte e 200 g/kg de argila, teor de P de 16,3 mg/dm³ (Extrator Mehlich-1) e teores de P-rem entre 19,8 mg/L e 47,6 mg/L. ⁽⁵⁾ Classes estabelecidas a partir de trabalho de Blanco Macías et al. (2010), conduzido em solos com textura média, classe silto-argilosa, com 322 g/kg de areia, 416 g/kg de silte e 262 g/kg de argila, teor de P de 40,5 mg/dm³ (extrator Olsen) e baixa CMAP.
Fonte: Donato et al. (2017b).

Na Tabela 15 é apresentada a recomendação de adubação de manutenção para a palma considerando-se a concentração de nutrientes nos cladódios definidos por Donato et al. (2017b) (Tabela 5). Caso haja necessidade de reposição dos demais micronutrientes, o que não é comum, a dose pode ser ajustada conforme os dados de extração contidos nas Tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 15. Recomendação de adubação de manutenção para macro e micronutrientes considerando a produtividade e o estado nutricional dos cladódios de palma-forrageira `Gigante` [*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller].

Classe ⁽¹⁾	N ⁽²⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O ⁽³⁾	CaO ⁽⁴⁾	MgO ⁽⁴⁾	S	B ⁽⁵⁾	Zn
				kg /ha	ao ano			
Deficiente	300	120	600	400	200	40	650	1.270
Marginal	225	90	450	300	150	30	487	952
Suficiente	150	60	300	150	100	20	325	635
Bom (alta)	75	30	150	75	50	10	162	317
Muito bom (muito alta)	30	15	75	0	0	5	81	159

⁽¹⁾Classes estabelecidas de acordo com metodologia descrita na Tabela 11. ⁽²⁾Dose anual total de N a ser dividida em duas aplicações, início e final da estação chuvosa subsequente a cada corte, para planejamento de colheitas anuais. ⁽³⁾Dose de K₂O para máximo retorno econômico da matéria seca produzida. Dose anual total a ser dividida em duas aplicações, início e final da estação chuvosa subsequente a cada corte, para um planejamento de colheitas anuais. ⁽⁴⁾Para Ca e Mg, se o solo apresentar necessidade de calagem (NC) e se esta foi realizada, são dispensáveis essas recomendações. ⁽⁵⁾Caso haja necessidade de reposição dos demais micronutrientes, a dose pode ser ajustada conforme extração contida nas Tabelas 13, 14 e 15.
Fonte: Adaptado de Donato et al. (2017b).

O uso de corretivos e adubos tem como premissa manter ou melhorar a fertilidade do solo, permitir boa nutrição da palma, além de ser uma prática economicamente viável. Não esquecendo do quanto a água é imperativa para a produção de palma, o aspecto nutricional é particularmente importante, pois garante a produtividade e a qualidade do cultivo. A utilização de corretivos e fertilizantes, quando a água não for limitante, é uma das práticas de maior efeito na produção de palma. Porém, mesmo na presença de água (sem limitação hídrica), a eficiência de aproveitamento do investimento de correção do solo e da adubação pode ficar comprometida quando o solo apresenta pH baixo (ácido) ou alto (alcalino). Assim, a necessidade de calagem deve ser avaliada com critérios técnicos.

Autores deste tópico: Vanderlise Giongo, Tony Jarbas Ferreira Cunha, Alessandra Monteiro Salviano

Irrigação

Gherman Garcia Leal de Araújo
Welson Lima Simões
Tadeu Vinhas Voltolini

A palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é uma espécie extremamente adaptada às condições do Semiárido brasileiro e apresenta alta eficiência hídrica, ou seja, demanda pouca água para seu cultivo e produção. Entretanto, em algumas áreas, em função dos fatores agroclimáticos e dos efeitos das alterações do clima, a exemplo das depressões sertanejas, os chamados sertões de baixa altitude, baixa umidade e altas temperaturas noturnas, a utilização da suplementação de água (doce ou salobra) de forma estratégica e sazonal pode ser uma alternativa para viabilizar e garantir o sucesso dos cultivos, alcançando maiores produtividades.

Nessas regiões, onde as condições edafoclimáticas são, de fato, excessivamente desfavoráveis, novos modelos de produção com o uso de irrigação, seja da forma convencional ou como complementação hídrica, no período de secas prolongadas, têm se tornado uma realidade para o cultivo dessa espécie, seja com água de qualidade superior ou com águas salobras, provenientes de poços subterrâneos, que são, em muitos casos, as únicas fontes hídricas para esse fim.

Os primeiros relatos do uso da irrigação nos cultivos de palma-forrageira no Semiárido brasileiro ocorreram no ano de 1996, no Rio Grande do Norte e, a partir daí, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn) iniciou estudos objetivando validar o uso desta prática em sistemas de produção, obtendo bons resultados. Na Figura 1, são apresentadas imagens de dois palmais; um cultivado em regime de dependência da chuva (sequeiro) e outro com o uso da irrigação suplementar.

Fotos: Gherman Garcia Leal de Araújo

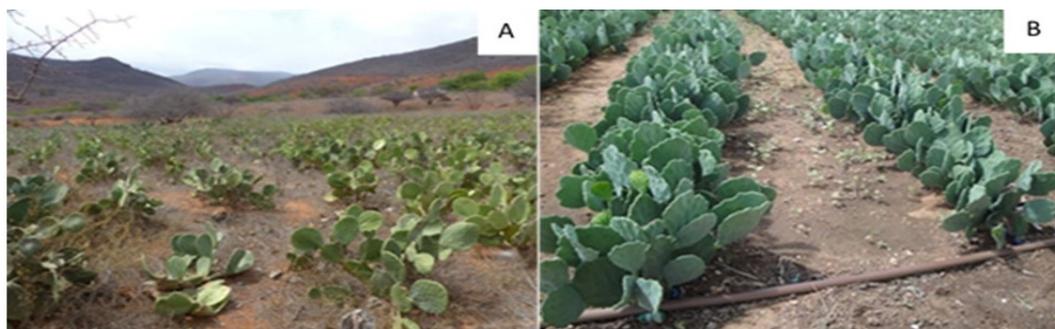


Figura 1. Palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) em condições de sequeiro (A) e com suplementação hídrica (irrigada) (B).

A necessidade de água

A água é o componente mais importante nos cultivos das espécies forrageiras, sendo o elemento com maior presença na planta e o mais exigido para o seu crescimento, exercendo funções vitais em todo metabolismo vegetal. A falta extrema de água pode inviabilizar a implantação de um palmar, bem como afetar negativamente a produtividade por área.

Os resultados de estudos sobre as métricas de demandas hídricas da palma-forrageira ainda estão em fase de consolidação por diversas instituições de pesquisas do Semiárido. Todavia, já se conhece que a quantidade de água necessária e a lâmina a ser aplicada, em algumas situações, para palma-forrageira, independente da qualidade da água, exigida para otimização de uma maior produtividade, variam de acordo com a demanda atmosférica, características e tipos de solos, número de plantas por hectare, tipos de cultivos exclusivos ou consorciados.

A quantidade de água por quantidade de matéria seca produzida e a eficiência de utilização dos recursos hídricos (kg de água por kg de matéria seca) da palma-forrageira é bem maior que a de muitas outras espécies. Kock (1980) revela relações de 50 kg a 267 kg de água para cada 1 kg de matéria seca obtida. Já outras plantas necessitam, aproximadamente, de 304 kg, 400 kg, 666 kg e 1.100 kg de água para cada kg de matéria seca, respectivamente, erva-sal (*Atriplex nummularia* Lind), milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Moench) e alfafa (*Medicago sativa* L.).

Essa baixa demanda hídrica da palma-forrageira sinaliza que plantas forrageiras eficientes em uso de água, sejam halófitas — plantas que toleram e realizam seu ciclo de vida em ambiente com elevada concentração salina — ou não, sempre serão as mais adequadas para os cultivos nas regiões semiáridas. Essa é uma premissa para as terras secas, visto que as baixas ofertas hídricas de chuvas e, conseqüentemente, de acúmulos em corpos superficiais ou subterrâneos é uma realidade.

Em trabalhos mais recentes, avaliando-se o uso de águas na produção da palma-forrageira (Queiroz et al., 2016; Rocha et al., 2017; Santos et al., 2020; Jardim et al., 2020; Lima et al., 2019), observou-se resultados positivos, gerando expectativas que podem aumentar significativamente a produção de forragem. Porém, salienta-se que essa prática deve ter como referência o uso mínimo e sazonal das águas, com uma lógica e rígida orientação de cultivos, com base no regime hidrológico da região, características de solo e clima. Além disso, outras práticas como o uso de matéria orgânica, cobertura

morta, trato culturais, entre outras, devem ser incorporadas para a maximização da produção de forragem e eficiência da utilização dos recursos hídricos.

Sistemas de irrigação

A escolha do sistema de irrigação é muito importante para o sucesso do cultivo da palma-forrageira, seja para uma irrigação tradicional ou com o objetivo de suplementações hídricas com água doce ou com águas marginais (salobras, residuárias, entre outras).

O produtor precisa analisar bem essa escolha, considerando-se os custos, mas também em função da eficiência do sistema. A palma-forrageira demanda pouca água, por isso as regiões onde possivelmente poderá ser utilizada essa prática geralmente têm baixa oferta hídrica; logo essas questões devem ser levadas em consideração.

De maneira geral, os sistemas de irrigação que têm sido avaliados nos cultivos de palma-forrageira são: gotejamento superficial, microaspersão, micro *spray jet* e aspersão convencional.

Suplementação hídrica com água doce (sistema convencional)

O modelo de produção avaliado pela Embrapa Semiárido emprega a irrigação nos meses críticos do ano por meio do gotejamento em intervalos de aplicação de 14 dias, podendo variar de 7 a 28 dias, utilizando as cultivares Orelha de Elefante Mexicana (Figura 2) e Miúda.

Diversos sistemas de irrigação têm sido utilizados nas áreas de produção de palma, contudo, tem se destacado o gotejamento. Nesse sistema a água é aplicada próxima ao sistema radicular, e este faz a sua absorção, o que reduz os efeitos da evaporação, quando comparado com outros sistemas. Com o uso do gotejamento, a formação de uma faixa molhada no solo torna-se uma ferramenta importante para a melhor eficiência do cultivo, principalmente quando a água não é de boa qualidade, recomendando-se o espaçamento entre gotejadores de 30 cm para os solos mais arenosos. Para solos mais argilosos, deve-se ampliar esse espaçamento.

No sistema de gotejamento, o uso de filtros é recomendado para evitar o entupimento dos gotejadores e não comprometer a produção da cultura. A constante observação de vazamentos proporcionados por práticas de cultivo e ataque de roedores também são de grande importância para a eficiência do sistema.

O espaçamento de plantio adotado é o de 2 m entre linhas e 0,10 m entre plantas e a fertilização é realizada no plantio, e após cada colheita, com o uso de adubo orgânico ou adubo mineral ou as duas fontes. Com o uso de fertilizante orgânico, tem sido utilizado pelo menos 30 t/ha ao ano.

A fertirrigação, que consiste no fornecimento de fertilizantes via água de irrigação, tem sido utilizada e proporciona boas respostas produtivas, além de facilitar o manejo de aplicação de fertilizantes.

Foto: Tadeu Vinhas Voltolini



Figura 2. Área de cultivo de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) 'Orelha de Elefante Mexicana' com o uso da irrigação por gotejamento no Sertão do São Francisco, Bahia.

Nos sertões em São Francisco, na Bahia e em Pernambuco, regiões que apresentam restrições climáticas para o cultivo da palma em sequeiro, o uso da irrigação nos períodos críticos do ano tem proporcionado algumas vantagens em relação aos sistemas exclusivamente em sequeiro, dentre as quais podem ser destacadas a possibilidade de utilizar maior população de plantas na área, a redução do intervalo para a realização das colheitas, a obtenção de maiores produtividades e a maior longevidade das áreas de produção.

Além disso, tem possibilitado maior flexibilização na época de plantio, devendo-se atentar para que o solo não fique excessivamente encharcado, o que pode prejudicar a brotação e provocar o apodrecimento das raquetes, evitando-se posicionar a fita gotejadora muito próxima às raquetes. Para essas regiões, a irrigação na palma é uma estratégia que reduz o risco climático e proporciona maior estabilidade na produção de forragem, permitindo o planejamento alimentar para os rebanhos.

O aumento na oferta hídrica para a propriedade rural é de fundamental importância, quando se objetiva disponibilizar a água para a dessedentação humana e animal e para o uso doméstico. Além disso, a maior oferta de água é importante para fins agrícolas com o intuito de aumentar a produção de alimentos. Nesse contexto, a água da chuva é uma fonte potencial para o aumento na oferta hídrica no Semiárido brasileiro, a partir de sua coleta, armazenamento e uso eficiente.

Suplementação hídrica com água salobra (sistema bioassalino)

O uso de águas salobras (salinas) em diferentes tipos de cultivos precede a década de 1950, sendo denominada "Agricultura bioassalina", que é praticada em diferentes regiões do mundo, principalmente, as áridas e semiáridas. A utilização dessas águas deve ser, obrigatoriamente, feita com critério técnico, sempre avaliando a qualidade (composição química e presença de sais), o tipo de solo a ser cultivado e obviamente a planta, que deverá apresentar tolerância ou resistência a certa quantidade de sais.

O produtor precisa ser criterioso quanto ao tipo de água a ser utilizada na irrigação da palma. Ele deve ter, como referência, a classificação da água quanto ao risco de salinização e sodificação do solo, de acordo com o diagrama de Richards (1954), em que, a partir das combinações da condutividade elétrica (CE) e da relação de adsorção de sódio (RAS), são formadas 16 classes de C1S1 até C4S4.

Águas com variação de C1 a C4 ($0,01 < CE < 5,00$) e S1 a S2 ($10 < RAS < 18$) podem ser utilizadas, mas o nível de criticidade e de risco aumenta nas extremidades dessas; logo, o monitoramento e os cuidados devem ser redobrados para evitar a aceleração do processo de salinização do solo, que poderá até ocorrer, mas deverá ser brando e lento. Todavia, se esse processo de salinização for estabelecido, o solo deverá ser posto em pousio até sua total recuperação para um possível reúso. Em uma situação dessa, o produtor deverá, necessariamente, escolher uma outra área para cultivo até a devida recuperação da área anterior, ou seja, a prática de rodízio de solos pode e deve ser utilizada. Além disso, outras práticas como o uso de plantas fitorremediadoras podem auxiliar no processo de dessalinização da área em pousio.

A Embrapa Semiárido vem realizando pesquisas com o uso dessas águas (salobras, residuárias, rejeitos de dessalinizadores) há mais de 15 anos e vem obtendo sucesso. A palma-forrageira é uma das espécies que vem sendo estudada e tem apresentado resultados interessantes na região da Depressão Sertaneja, principalmente, em situações em que as condições climáticas foram extremamente desfavoráveis, ou seja, houve baixíssima precipitação.

A suplementação hídrica da palma tem que ser feita apenas nos momentos de estresse hídrico, de forma sazonal e estratégica. A palma não é exigente em água, e a suplementação hídrica tem que ser baseada na evapotranspiração. Nunes (2018) observou que aportes hídricos entre 12% e 30% da ETo — evapotranspiração de referência, que representa o consumo de água de referência para as culturas — podem proporcionar grande incremento na produtividade, ou seja, levando-se em consideração que a evapotranspiração local seja de 2.000 mm ao ano, seria necessário aplicar de 240 mm até no máximo 600 mm, ao longo de um período de 6 a 8 meses de secas mais intensas, sempre se avaliando as condições de umidade do solo e da planta.

Ressalta-se que a implantação da área a ser cultivada tem que respeitar rigorosamente o período de ciclo hidrológico, ou seja, antes do início das primeiras chuvas para garantir maior sucesso do estabelecimento das raquetes (sementes) da palma. Além disso, é impreterível a escolha de um solo mais arenoso e de excelente drenagem, que deve-se associar ao uso de práticas como cobertura morta e uso de matéria orgânica, na busca de melhor condicionamento do solo e, conseqüentemente, melhor crescimento da cultura.

Em sistema de produção bioassalada, conduzido em experimento na Embrapa Semiárido, Nunes (2018) observou que, com um aporte estratégico de água salobra em um período de 15 meses de crescimento da palma, uma quantidade mínima de 130 mm provocou um efeito positivo na produtividade de mais que o dobro, saindo de 70 t de matéria verde em condições de sequeiro para mais de 150 t, quando a suplementação hídrica foi associada a 45 t de esterco por hectare ano (Figura 3).

Foto: Gherman Garcia Leal de Araújo



Figura 3. Sistemas de produção bioassalada de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.), experimento realizado na Embrapa Semiárido (Petrolina, PE), avaliando aplicações de lâminas de águas salobras e cargas de adubo orgânico (esterco).

Autores deste tópico: Welson Lima Simões, Tadeu Vinhas Voltolini, Gherman Garcia Leal de Araújo

Suplementação hídrica com reúso de águas cinzas

Anderson Ramos de Oliveira
Roseli Freire de Melo

O reúso de águas cinzas (águas domésticas oriundas de pias, chuveiros, lavanderias e máquinas de lavar) é uma realidade cada vez mais presente nas comunidades rurais da região Semiárida brasileira e representa uma alternativa de suplementação hídrica viável para cultivos de culturas alimentares em condições semiáridas e, dentre esses, o cultivo da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.), possibilitando o fornecimento de água, principalmente nos períodos de estiagem prolongada.

O tratamento de água cinza domiciliar pode ser realizado por meio do uso do Sistema Bioágua Familiar, que foi desenvolvido no âmbito do Projeto Dom Helder Câmara – Secretaria de Desenvolvimento Territorial (SDT), do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) –, envolvendo alguns parceiros como o Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola (Fida), o Global Environment Facility (GEF), a Assessoria Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável (Atos) e a Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa) (Santiago et al., 2015).

Em 2018, a Embrapa Semiárido, em parceria com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), estruturou um projeto para que essa tecnologia fosse implementada em comunidades rurais, demonstrando seu potencial como instrumento para a promoção da segurança alimentar de agricultores familiares.

O Sistema Bioágua Familiar constitui-se em uma unidade para tratamento de água residuária doméstica (água cinza), composto por um filtro biológico, um tanque de reúso de água e um sistema de irrigação (Figura 1). O filtro biológico é construído com aproximadamente 1,5 m de largura por 1,0 m de profundidade, com capacidade para filtrar até 500 L de água por dia. O tanque de reúso, por sua vez, tem dimensões variáveis em função da declividade e do espaço ofertado para a implantação do sistema.

Ilustração: Rosely Camila Pereira Ângelo da Silva



Figura 1. Ilustração de um sistema de reúso de águas cinzas (Sistema Bioágua Familiar).

O tanque de reúso tem como objetivo captar a água filtrada no filtro biológico, podendo armazenar o seu excedente durante o dia para a irrigação nos dias posteriores. O filtro é composto por um tanque com camadas sobrepostas na seguinte sequência (de cima para baixo): húmus, contendo minhocas (*Eisenia foetida*); filtrantes de raspa de serragem; areia lavada; brita e seixos (Figura 2).

O efluente tratado segue por gravidade até um tanque de armazenamento (reúso), onde é pressurizado por uma eletrobomba para elevar a água do tanque de armazenamento para uma caixa d'água suspensa, onde, por gravidade, a água é distribuída no processo de irrigação das culturas.

Ilustração: Rosely Camila Pereira Ângelo da Silva

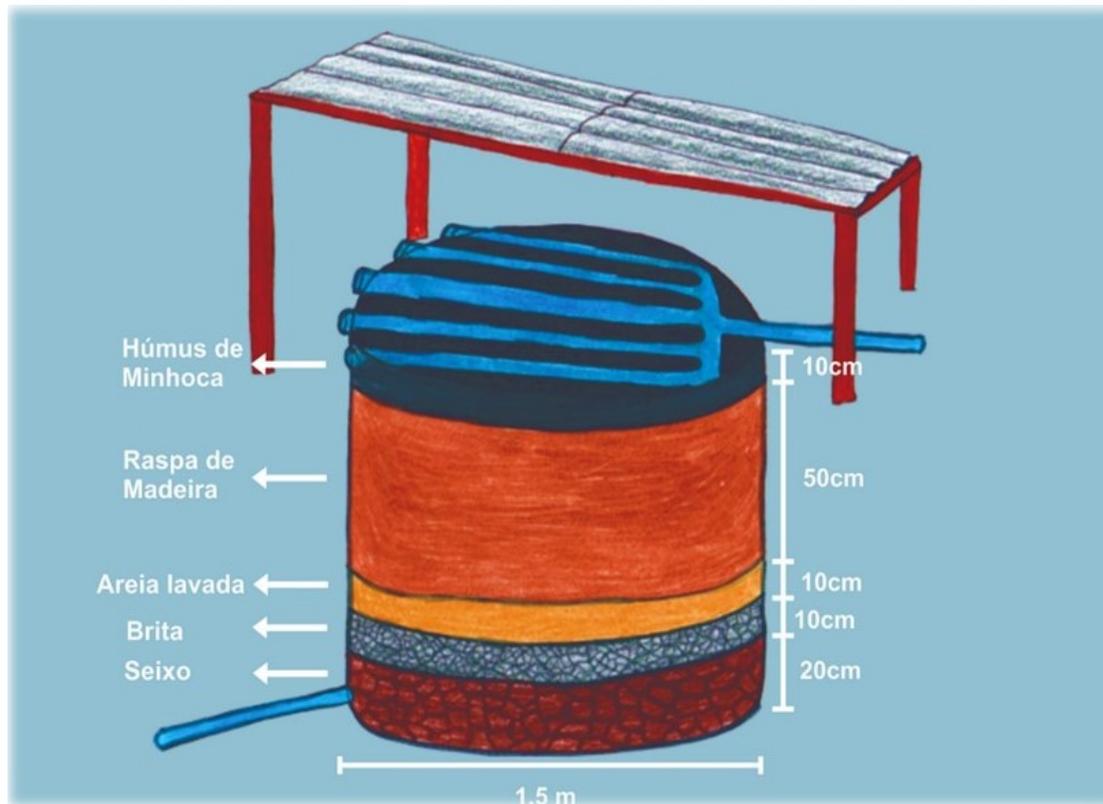


Figura 2. Ilustração das camadas do filtro no Sistema Bioágua Familiar.

Conforme estudos realizados pela Embrapa Semiárido em comunidades localizadas na região semiárida, a quantidade de água acumulada depende da disponibilidade hídrica de cada residência e do consumo desta para usos diversos. Todavia, considerando-se uma residência com cinco moradores, a produção média de águas cinzas obtidas pelo sistema de reúso é de aproximadamente 1.000 L a cada 4 dias, o que resulta num total de água cinza produzida de 91.250 L ao ano. Esse volume expressivo de água, ao invés de ser desperdiçado, pode ser utilizado na irrigação da palma-forrageira.

O reúso de águas cinzas na produção da palma-forrageira tem demonstrado que, além do atendimento da necessidade hídrica, a produção de biomassa da palma responde positivamente à irrigação com a água de reúso, visto que a mesma também vem enriquecida com vários nutrientes (Barbosa, 2014), em destaque para o nitrogênio e o fósforo. Os nutrientes presentes no efluente são fonte complementar para a palma e outras culturas, suprimindo as necessidades nutricionais e proporcionando, assim, a redução no consumo de fertilizantes minerais.

Em ensaios preliminares na Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, observou-se maior desenvolvimento da palma-forrageira irrigada com água de reúso do que com água captada no Rio São Francisco (Figura 3).

Foto: Roseli Freire de Melo



Figura 3. Vista parcial do ensaio com palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) irrigada com água de reúso (águas cinzas), Petrolina, PE.

O reúso de águas cinzas resulta em economia e menor desperdício de águas de diferentes fontes, sejam superficiais ou subterrâneas provenientes de poços, cisternas ou de adutoras, uma vez que, em casos de necessidade de irrigação, o agricultor evitará utilizar a água de melhor qualidade na suplementação hídrica da palma e optará pelo reúso da água cinza filtrada no Sistema Bioágua.

É importante ressaltar que, além da economia de água, o reúso de águas cinzas resultará em redução dos impactos ambientais, posto que a prática contribui para a redução da poluição do solo e das fontes hídricas próximas à residência dos agricultores, promovendo o saneamento básico pela não exposição dessas águas sem tratamento ao redor das casas, evitando-se que ocorra a proliferação de insetos e roedores vetores de doenças para o homem e animais domésticos. Assim, a utilização de efluente tratado em cultivos agrícolas auxilia no controle da poluição ambiental, no aumento da disponibilidade hídrica e na reciclagem de nutrientes (Mendes et al., 2016).

No mundo, o reúso de águas cinzas é realizado em vários países, os quais utilizam a água para fins diversos, de forma controlada, sem risco à população, sendo possível até mesmo para abastecimento de água potável, como ocorre na Namíbia, desde 1968 (Asano, 2002). No Brasil, ainda não há legislação específica para o reúso de água, sendo assim, deve-se seguir as normas e critérios regulamentados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) para água de irrigação na agricultura e da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Cabe informar que a qualidade de água dos sistemas bioágua é muito variada e depende dos produtos de limpeza utilizados na residência. No entanto, de modo geral, tem-se observado que o sistema de filtragem contribui para reduzir as cargas orgânicas como DQO (demanda química por oxigênio). Atenção necessária deve ser dada para os sais e para o sódio, que têm grande variabilidade. Sendo assim, o monitoramento da qualidade da água e do solo é fundamental para o sucesso durante a irrigação.

No campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, o efeito da água de reúso em cultivos adensados da palma-forrageira 'Orelha de Elefante' ao receber 600 mL de água três vezes por semana no período de veranico tem sido avaliado. Esse estudo contempla também a avaliação dos efeitos da água de reúso no solo e na produção da cultura em relação à água captada no Rio São Francisco e em relação a plantios em condições de sequeiro. Os resultados preliminares indicam que a suplementação hídrica da palma-forrageira com água de reúso é promissora para plantios na região Semiárida.

Autores deste tópico: Roseli Freire de Melo,
Anderson Ramos de Oliveira

Manejo de plantas daninhas

Anderson Ramos de Oliveira

O manejo de plantas daninhas na palma-forrageira, assim como na maioria das culturas, envolve a combinação de diversos tipos de controle, sendo os mais relevantes o preventivo, o cultural, o mecânico e o químico.

O controle preventivo consiste em evitar que áreas livres de plantas daninhas sejam infestadas durante o manejo da cultura (Alvino et al., 2011; Abouziena; Haggag, 2016). Este controle é o mais simples de todos e de fácil realização, entretanto, é pouco adotado, seja por desconhecimento ou por negligência durante o manejo da palma-forrageira.

Nesse tipo de controle, de acordo com alguns autores (Alvino et al., 2011; Tessmann, 2011; Abouziena; Haggag, 2016), o agricultor deve evitar que plantas daninhas invadam a área cultivada, por isso são necessárias ações como:

- Limpar os cladódios, retirando-se qualquer semente ou propágulo de plantas daninhas que possam estar aderidas ao material de multiplicação, evitando-se, dessa forma, que se disseminem durante o plantio.
- Limpar os equipamentos e as rodas de tratores, a fim de evitar que os propágulos de plantas daninhas se desloquem de áreas infestadas para áreas não infestadas.
- Adotar o uso de esterco curtido, pois as sementes das plantas daninhas morrem durante o processo fermentativo. Já o uso de adubos orgânicos deve ser feito com muito cuidado, pois podem apresentar sementes de plantas invasoras.
- Evitar que animais transitem de áreas infestadas para áreas não infestadas, entre outras, são ações preventivas recomendadas, pois evitarão custos com outros métodos de controle que tendem a ser mais onerosos que a prevenção.

O controle cultural, no caso da palma-forrageira, envolve todo o manejo que possibilite à cultura vencer a competição com as plantas daninhas e se desenvolver de forma satisfatória. O controle cultural está muito relacionado à correta adubação e calagem do solo, ao espaçamento mais adequado, às possibilidades de consórcio com outras culturas, à época de plantio, dentre outros aspectos culturais (Abouziena; Haggag, 2016). Sendo assim, as práticas de manejo da cultura tendem a favorecer o desenvolvimento da palma-forrageira e, em casos de competição com plantas daninhas, a cultura estará mais vigorosa, reduzindo o impacto negativo da presença de invasoras.

O controle mecânico consiste na eliminação de plantas daninhas já presentes na área e que se desenvolvem com a palma-forrageira. Esse controle é caracterizado pelo uso da capina manual ou mecanizada e, em alguns casos, a roçada manual ou mecânica (Costa et al., 2018). Na capina manual ou mecanizada, o intuito é a retirada, por completo, das plantas invasoras, cortando-as rente ao solo ou até mesmo, revolvendo o solo e cortando a raiz das plantas daninhas (Carvalho, 2013; Silva et al., 2018).

Já na roçada manual ou mecânica, o objetivo é reduzir a altura das plantas e evitar que as plantas daninhas entrem em fase reprodutiva. Na roçada, há a vantagem de menor revolvimento do solo, o que pode ser recomendado para áreas declivosas, evitando-se processos erosivos (Silva et al., 2018). Entretanto, a presença das plantas daninhas, mesmo que de forma controlada, deve ser bem analisada, posto que elas podem continuar causando prejuízos à lavoura de palma-forrageira ao competirem por água e nutrientes.

Outro aspecto importante a ser considerado no controle mecânico é o custo, pois a capina ou roçada, seja manual ou mecanizada, tende a aumentar o custo de produção da palma, devido ao elevado requerimento de mão de obra ou de serviços de mecanização. O número de capinas varia em função do número de meses para o corte (Almeida et al., 2012). Normalmente, utilizam-se de duas a três capinas por ano, observando-se que uma delas deve ser realizada após o período chuvoso, reduzindo significativamente a presença das plantas daninhas e, principalmente, evitando-se que entrem em fase reprodutiva. No Cariri Paraibano, o controle de plantas daninhas na palma-forrageira é realizado por meio de capinas com enxadas (84%), cultivador (6%) ou ambos (10%) (Leite et al., 2014).

Deve-se destacar que a capina ou roçada mecanizada está diretamente relacionada ao espaçamento e ao arranjo populacional adotado pelo agricultor. Todo cuidado deve ser tomado na capina manual ou

mecanizada, pois as raízes da palma são muito superficiais e podem ser danificadas durante a capina (Senar, 2018). Espaçamentos muito adensados tendem a diminuir as possibilidades de mecanização, sendo necessária a adoção de capinas manuais para o controle das plantas daninhas (Santos et al., 2006). É importante destacar que essas observações em relação ao espaçamento adensado estão diretamente relacionadas ao controle de plantas daninhas, pois, ao se considerar outras variáveis de manejo como cultivares, sistemas irrigados, tipos de solos, entre outras, o espaçamento pode variar.

O controle químico, por sua vez, diz respeito à utilização de herbicidas para o controle das plantas invasoras. O controle químico envolve uma série de detalhes e aspectos que devem ser bem estudados, pois qualquer erro na seleção e manuseio do herbicida pode causar injúrias (fitotoxidade) ou até mesmo a morte das plantas de palma ou não controlar de forma eficiente as plantas daninhas. Assim, devem-se levar em consideração os seguintes aspectos: variedade de palma cultivada, tipo de herbicida/ingrediente ativo, dose a ser aplicada, veículo de aplicação, espécies de plantas daninhas presentes na área, horário de aplicação, dentre outros (Contiero et al., 2018).

De acordo com Araújo et al. (2019), o controle químico de plantas daninhas pode ser realizado com herbicidas pré-emergentes (antes da emergência das plantas daninhas) ou pós-emergentes (após a emergência das plantas daninhas). Deve-se destacar que no Brasil não existem herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas em palma-forrageira. Entretanto, diversos trabalhos demonstram a viabilidade técnica para o uso de herbicidas no controle de plantas daninhas, pois estes, ao mesmo tempo em que promovem o controle das plantas invasoras, não causam fitotoxidez às plantas de palma-forrageira.

Algumas recomendações encontradas na literatura podem facilitar a correta seleção do herbicida. Carvalho et al. (2016) utilizaram herbicida pré e pós-emergente sistêmico seletivo (que se movimenta no interior da planta daninha e não causa fitotoxidez à palma-forrageira) à base de hexazinona (132 g/kg) e diuron (468 g/kg) na dose de 3,0 kg/ha no controle de diversas espécies de plantas daninhas de folhas estreitas e largas e constataram que houve controle das mesmas e que a dose não causou injúrias à palma 'Miúda'. Os herbicidas à base de tebuthiuron (2,4 kg do ingrediente ativo por hectare), atrazina (2,5 kg do ingrediente ativo por hectare) e flumioxazina (125 g do ingrediente ativo por hectare) mostram-se seletivos para as palmas 'Miúda' e 'Gigante' (Silva, 2019b).

É importante destacar que, para utilizar do controle químico, é necessário que o produtor consulte um engenheiro-agrônomo, que poderá indicar o herbicida mais adequado para a situação, bem como poderá emitir um receituário agrônômico. Além disso, deve-se observar os equipamentos de proteção individual (EPIs), que devem ser usados para a aplicação do herbicida.

Autores deste tópico: Anderson Ramos de Oliveira

Pragas e métodos de controle

Tiago Cardoso da Costa-Lima
Marcos César Mendonça das Chagas
Carlos Alberto Tuão Gava
Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

Duas espécies de cochonilhas destacam-se como as principais pragas da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.): a cochonilha-de-escama, *Diaspis echinocacti* (Hemiptera: Diaspididae) e a cochonilha-de-carmim, *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae). Algumas lagartas podem causar danos esporádicos, a exemplo da espécie *Aricoris campestris* (Lepidoptera: Riodinidae).

Cochonilha-de-escama

Descrição e biologia - A cochonilha-de-escama (*Diaspis echinocacti*) também é conhecida pelos termos populares "piolho" e "mofo". Em altas infestações, as colônias desse inseto podem cobrir todo o

cladódio da palma (Figura 1), causando sérios prejuízos. Os ovos de *D. echinocacti* ficam sob a escama da fêmea. A ninfa de primeiro ínstar é a única com mobilidade, a qual irá se movimentar por algumas horas até se fixar. No total, há três ínstars ninfais, um móvel e dois fixos. A escama das ninfas fêmeas possui formato circular, enquanto as dos machos são alongadas. Na fase adulta, a fêmea mantém o mesmo aspecto da ninfa, apenas com o tamanho maior, enquanto o macho é o único com asas. O ciclo da cochonilha-de-escama de ovo a adulto é de 60 dias, a 25 °C. A longevidade da fêmea adulta é de 24 dias, período que oviposita em média 115 ovos (Lima et al., 2019).

Foto: Guilherme Ferreira Costa Lima



Figura 1. Elevada infestação da cochonilha-de-escama (*Diaspis echinocacti*) em palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.).

Danos – A cochonilha-de-escama suga a seiva dos cladódios da palma. Uma alta infestação causa amarelecimento e queda dos cladódios, o que provoca a morte da planta.

Monitoramento – A infestação de *D. echinocacti* em palma-forrageira se dá de baixo para cima (Chagas et al., 2018a). Ao se observar uma aparência de pó fino nos cladódios, o que equivale a ninfas de primeiro e segundo ínstars (Lima et al., 2019). Logo, refere-se à formação de novas gerações da praga e, conseqüente, aumento populacional. Este é o momento para se adotar medidas de controle com maior probabilidade de êxito em reduzir a população da praga. A ocorrência da cochonilha-de-escama se dá em

reboleiras. Identificar esses focos de infestação é crucial para que o produtor direcione o controle apenas para essas áreas, reduzindo os custos com mão de obra e insumos (Chagas et al., 2018a).

Controle – O controle de *D. echinocacti* pode ser realizado principalmente com o uso de óleos (mineral e vegetais) associados ou não a detergente neutro. Há necessidade de pulverizar até o ponto de escorrimento. Salienta-se que as carapaças das cochonilhas mortas continuam presas nas raquetes das palmas. Para verificar a eficiência do controle, deve-se raspar os cladódios para soltar as cochonilhas-de-escama. As cochonilhas mortas são facilmente desprendidas dos cladódios e ficam escurecidas por baixo. A cochonilha viva não desprende com facilidade e possui a coloração amarelada por baixo da carapaça.

Segue a lista de produtos recomendados por Chagas et al. (2018a) que podem ser aplicados e suas respectivas concentrações para o controle de *D. echinocacti*:

- Óleo agrícola vegetal à base de soja a 2%.
- Óleo agrícola mineral a 2%.
- Óleo de neem a 2%.
- Óleo de algodão a 2% + detergente neutro a 1,5%.
- Óleo de mamona a 2% + detergente neutro a 1,5%.

Cochonilha-de-carmim

Descrição e biologia – A cochonilha-de-carmim (*Dactylopius opuntiae*) é uma espécie exótica que foi detectada em 2001 no Brasil. A sua introdução causou imenso impacto, extinguindo grandes áreas de palma-forrageira no Semiárido nordestino.

A cochonilha é facilmente detectada devido à cera branca que produz e a protege e, principalmente, pela cor vermelha do carmim, que se obtém ao esmagar o inseto (Figura 2). Similar à cochonilha-de-escama, o primeiro ínstar ninfal também é móvel por um período curto, de no máximo 24 horas, até se fixar na palma. O corpo da fêmea e das ninfas possui formato oval e coloração vermelha, que logo será encoberto pela cera branca. No total, há dois ínstares ninfais, observando-se que o macho possui uma fase que se assemelha a uma "pupa". O período ovo-adulto de *D. opuntiae* é de 40 a 60 dias, enquanto a fêmea adulta vive de 40 a 50 dias e os machos vivem poucos dias (Flores-Hernández et al., 2006). A fecundidade média pode variar de 130 (Flores-Hernández et al., 2006) até mais de 500 ovos por fêmea (Souza et al., 2015; Lima et al., 2019).

Fotos: Guilherme Ferreira da Costa Lima



Figura 2. Infestação de cochonilha-de-carmim (*Dactylopius opuntiae*) em palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) (A) e detalhe da coloração vermelho-escura após esmagar o inseto no cladódio (B).

Danos – A cochonilha-do-carmim suga a seiva da planta e provoca danos similares à cochonilha-de-escama. Porém, devido ao seu alto potencial de reprodução, apresenta capacidade elevada de infestação. Dessa forma, a sua ocorrência pode ocasionar a morte de toda área plantada.

Monitoramento – A infestação na palma-forrageira se dá de baixo para cima. O produtor deve sempre buscar o início da infestação, verificando a presença de ninfas caminhantes de coloração roxa ou a formação dos primeiros aglomerados de ninfas com presença de cera branca (Chagas et al., 2018b). Recomenda-se monitoramento semanal da área.

Controle – Devido ao elevado poder destrutivo da cochonilha-do-carmim, em geral, recomenda-se a substituição das variedades Gigante e Redonda por materiais com resistência à *D. opuntiae*. Dentre estas, estão as palmas-forrageiras: 'Orelha-de-elefante-mexicana', 'Miúda ou doce' e 'IPA Sertânia', 'Baiana' ou 'Mão-de-moça' (Lima et al., 2019).

Caso o produtor ainda não tenha a possibilidade de substituição das palmas-forrageiras por variedades resistentes à cochonilha-do-carmim, algumas ações podem ser empregadas neste período. Chagas et al. (2018b) citam o uso de óleos associados ou não a detergente neutro, sendo estes:

- Óleo agrícola vegetal à base de soja a 4%.
- Óleo agrícola mineral a 4%.
- Óleo de algodão a 2% + detergente neutro a 1,5%.

Como inseticidas sintéticos, há registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa,) o princípio ativo tiametoxan (neonicotinoide) e uma mistura de piretroide com neonicotinoide (Agrofit, 2021). No entanto, deve-se ter o conhecimento de que esses produtos não são seletivos para a maior parte dos inimigos naturais das cochonilhas.

Controle cultural e medidas preventivas

- Utilizar cladódios livres de cochonilhas na implantação de novas áreas.
- Dar preferência para cladódios infestados para a alimentação animal.
- Não comercializar cladódios infestados para não disseminar a praga.
- Praticar o consórcio de palma-forrageira com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.) ou sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), ou manter a vegetação espontânea sob roço baixo. Dessa forma, irá favorecer a conservação dos inimigos naturais na área (Chagas et al., 2018a).

Controle biológico de cochonilhas

Há diversos inimigos naturais de cochonilhas, que reduzem a população da praga em campo. Destacam-se as joaninhas, por ser um predador tanto na fase imatura (larvas) como na adulta, que se alimentam de ovos, ninfas e adultos das cochonilhas (Paranhos; Gama, 2021). As espécies mais comuns associadas a cochonilhas em palma-forrageira são *Coccidophilus citricola* e *Zagreus bimaculosus* (Figura 3) (Lima et al., 2019). No entanto, outras espécies também já foram registradas, como *Tenuisvalvae notata*, *Chilocorus nigrita*, *Prodiloides bipunctata*, *Pentilia* sp., *Exochomus* sp., *Scymnus* sp. (Lima; Gama, 2001; Barbosa et al., 2014; Torres; Giorgi, 2018; Lima et al., 2019).

Fotos: Marcone César Mendonça das Chagas (A) e Tiago Cardoso da Costa-Lima (B)



Figura 3. Joaninhas da espécie *Coccidophilus citricola* se alimentando de cochonilha-de-escama e (A) *Zagreus bimaculosus* sobre palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) com cochonilha-do-carmim.

Outros inimigos naturais também podem ser encontrados associados a cochonilhas em palma-forrageira, como vespas parasitoides (*Plagiomerus* sp.) (Lima et al., 2019) e larvas de sirfídeos.

Lagarta

As lagartas da espécie *Aricoris campestre* possuem coloração verde, cabeça escura e cerdas ao longo do corpo (Figura 4A). Estas demonstram uma preferência por brotações da palma-forrageira. Os ínstares iniciais raspam as raquetes e quando atingem maior tamanho provocam perfurações (Figura 4B) (Souza et al., 2018a). Não há produtos registrados para o controle dessa espécie em palma-forrageira. Em áreas pequenas, recomenda-se a remoção manual das lagartas para redução dos danos.

Fotos: Tiago Cardoso da Costa-Lima

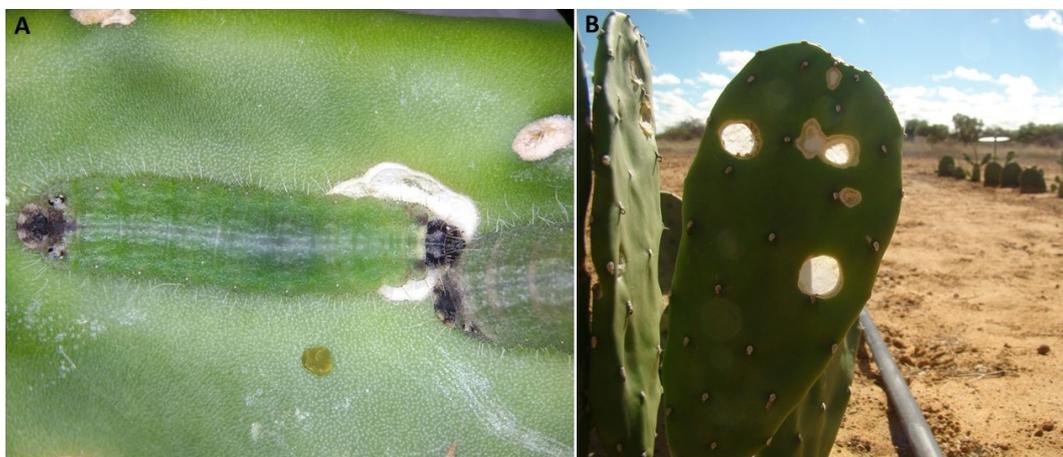


Figura 4. Lagarta da espécie *Aricoris campestre* se alimentando de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) (A) e perfurações em cladódio provocada pela praga (B).

Autores deste tópico: Tiago Cardoso da Costa Lima, Marcone César Mendonça das Chagas, Carlos Alberto Tuão Gava, Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

Principais doenças fúngicas na cultura da palma-forrageira

Lucas Fonseca Menezes Oliveira
Frederico Monteiro Feijó

Nas principais áreas produtoras de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) no Brasil e no mundo, algumas doenças acometem a cultura, sendo causadas principalmente por fungos, originando podridões que vão das raízes aos cladódios, podendo causar 100% de perdas na produção (Lopes, 2012). No Brasil, não existem estudos extensos sobre as doenças da palma-forrageira, quase todos os trabalhos apenas descrevem o assinalamento, a sintomatologia e a patogenicidade dos agentes causadores. A maior severidade das doenças em palma-forrageira tem sido correlacionada ao estresse nutricional, à suscetibilidade de cultivares e clones e ao adensamento de plantio. Os danos causados por essas doenças à cultura reduzem a produtividade e limitam o cultivo da espécie, cultivar ou clone de maior interesse de cultivo ou valor comercial (Granata, 2001; Barbosa et al., 2012).

A etiologia de muitas dessas doenças ainda não foi totalmente definida, já que muitos desses patógenos são grandes grupos morfológicos com elevada diversidade de espécies filogenéticas (Kim et al., 2000; Granata, 2001; Granata; Sidoti, 2002; Ayala-Escobar et al., 2006; Quezada-Salinas et al., 2006; Santos et al., 2006; Souza et al., 2010; Barbosa et al., 2012; Bezerra et al., 2012; Weir et al., 2012; Coleman, 2016). Esse é um dos motivos pelos quais, até o momento, não existem fungicidas registrados no Brasil para doenças em palma-forrageira.

Dessa forma, a escolha do local de plantio em lugares com boa drenagem de água, a seleção de cladódios saudáveis, o plantio na época seca ou um mês antes de iniciar o período chuvoso, o uso adequado de esterco no plantio e o manejo de plantas invasoras são muito importantes para evitar o aparecimento de doenças e manter o potencial produtivo desta cultura.

Dentre as principais doenças que acometem a cultura da palma-forrageira, podem-se destacar:

Podridão de fusário

Essa doença é favorecida por solos de elevada acidez, baixa permeabilidade e alta umidade, podendo ocorrer em cladódios-sementes (raquetes-sementes) e cladódios da base ou até mesmo em plantas adultas e é associada aos fungos *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. e *F. oxysporum* Schltdl.

Os sintomas se iniciam com podridão de consistência mole e coloração esverdeada nos cladódios. Tanto os cladódios primários quanto os secundários podem murchar e tombar sobre a planta poucos dias após a infecção. Os tecidos do cladódio infectado tornam-se aquosos e escurecem.

O corte dos tecidos afetados revela uma cor vermelha evidente na membrana celular do tecido afetado. Como forma de controle, recomenda-se usar cladódios-sementes saudáveis e evitar o plantio no período das chuvas. (Granata, 2001; Menezes et al., 2005; Santos et al., 2006).

Podridão-negra

Comumente associada ao fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., a podridão ocorre, geralmente, a partir do local de inserção dos cladódios, sendo no início de cor marrom e, em seguida, torna-se escura. A podridão é consistente, com abundante exsudação de goma de coloração amarelo-leitosa tornando-se, posteriormente, enegrecida.

As infecções dos cladódios causam o tombamento da planta e por consequência danos à produção. Essa doença pode ser controlada ou evitada na época do plantio, usando-se cladódios saudáveis (Souza et al., 2010).

Podridão de macrofomina

Associada ao fungo *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid, pode causar morte em 50% das plantas nas áreas infectadas. Essa doença se manifesta inicialmente por meio de manchas cloróticas na parte externa e verde-escuras na parte interna dos cladódios. Com a evolução da doença, ocorrem rachaduras no tecido devido a uma putrefação semiaquosa, então, essas rachaduras escurecem, evoluindo para uma perfuração no local da mancha (Granata, 2001).

Podridão-escamosa

Essa doença é comumente relacionada ao fungo *Scytalidium lignicola* Pes. Geralmente, essa podridão ocorre a partir do local de inserção dos cladódios primários, secundários ou terciários, sendo no início de cor marrom e, em seguida, torna-se escura devido à produção de estruturas do fungo (Figura 1).

A escama formada é consistente, com abundante exsudação de goma de coloração amarelo-leitosa e tornando-se, posteriormente, enegrecida. As infecções em cladódios primários ou secundários promovem o tombamento de partes da planta, causando prejuízos à produção (Souza et al., 2010).

Foto: Lucas Fonseca Menezes Oliveira



Figura 1. Planta de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) com sinais de raspagem da cutícula.

Gomose

A gomose na palma-forrageira é comumente causada pelo fungo *Dothiorella ribis* (Fuck.) Sacc. No Nordeste do Brasil, tem sido observado com frequência no Sertão do estado de Pernambuco, causando prejuízos na produção. Induz lesões na forma de cancrios, ressecando os cladódios e provocando declínio da planta.

Podridão do colo

É associada a alguns patógenos do gênero *Phytophthora* como, por exemplo, *P. cactorum* (Leb. e Cohn) Schroet. e *P. nicotianae* (Breda Hahn). Em épocas quentes e úmidas, a planta doente exsuda uma goma na base do caule, perto da coroa. As plantas jovens apresentam uma putrefação marrom com um exsudato líquido. As partes internas do tecido doente apodrecem e se tornam avermelhados.

A putrefação não se estende mais do que 20 cm a 30 cm acima da coroa, mas pode abranger toda a circunferência do caule, causando a morte da planta (Cacciola; San Lio, 1988; Granata, 2001).

Mancha de alternária

Atribuída ao fungo *Alternaria tenuis* Nees., na palma 'Miúda' os sintomas da doença se caracterizam por manchas de coloração preta nos cladódios, nas formas circulares ou elípticas, medindo de 1 cm a 3 cm de diâmetro, com abundante esporulação na superfície da lesão (Figura 2).

As lesões podem se estender de um lado a outro do cladódio, apresentando perfurações devido à queda do tecido infectado (Swart; Swart, 2003; Santos et al., 2006).

Foto: Lucas Fonseca Menezes Oliveira



Figura 2. Planta de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) com sinais de mancha da alternária (*Alternaria tenuis*).

Mancha-negra

A mancha-negra normalmente é associada a fungos do gênero *Pseudocercospora*. No entanto, Quezada-Salinas et al. (2006), buscando entender as origens da mancha-negra em palma-forrageira, identificaram como agentes causais da doença, os fungos *Pseudocercospora* sp. e *Colletotrichum gloeosporioides*. Méndez-Gallegos et al. (2008) também associaram *C. gloeosporioides* como um dos agentes causadores da mancha-negra, quando a doença está em estágio mais avançado.

Inicialmente as plantas apresentam descoloração da cutícula, adquirindo cor clara com pequenos pontos de cor azeitona. Posteriormente, as manchas adquirem coloração café-escuro, com diâmetro entre 3 cm e 4 cm, apresentando também uma margem amarela (Figura 3). Em seguida, a parte afetada seca e muitas vezes o tecido afetado cai, deixando orifícios através do cladódio. A sua incidência mais elevada

foi observada em cladódios sombreados e na presença de umidade relativa elevada (Méndez-Gallegos et al., 2008).

Ayala-Escobar et al. (2006), ao realizar trabalhos de caracterização morfológica e molecular do agente causal de uma nova doença que atingiu as plantações de palma-forrageira no México, identificaram a nova espécie *Pseudocercospora opuntiae* como o agente causal da mancha-negra em palma-forrageira naquele país.

Foto: Lucas Fonseca Menezes Oliveira



Figura 3. Planta de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) com sinais de mancha-negra.

Vale ressaltar que em decorrência do plantio adensado, áreas de palma-forrageira estão sendo cada vez mais atacadas por lagartas e outros insetos que raspam a cutícula dos cladódios em busca de alimento, deixando ferimentos que podem ser confundidos com sintomas de doenças (Figura 4). A depender das condições de umidade e temperatura, esses ferimentos também podem ser porta de entrada para doenças.

Foto: Lucas Fonseca Menezes Oliveira



Figura 4. Planta de palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) com sinais de raspagem da cutícula.

Autores deste tópico: Lucas Fonseca Menezes Oliveira, Frederico Monteiro Feijó

Consórcios com palma-forrageira

Tadeu Vinhas Voltolini
Anderson Ramos de Oliveira

O cultivo consorciado consiste no uso de duas ou mais espécies vegetais na mesma área, ao mesmo tempo. Várias culturas podem ser utilizadas neste modelo de produção com a palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.). Alguns exemplos são: sorgo [(*Sorghum bicolor* L. Moench)], feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L) Walp], algaroba [(*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.)], umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara), algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e gergelim (*Sesamum indicum* L.), pornunça (*Manihot* sp.), gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.], cunhã (*Clitoria ternatea* L.), capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.), representando espécies vegetais com várias finalidades, podendo contribuir para a alimentação humana, produção de forragem, fibras naturais e madeira.

A produção consorciada tem como principal objetivo propiciar o uso da terra com maior eficiência, considerando-se que a soma dos benefícios proporcionados pelas espécies vegetais na área deve ser maior que o cultivo solteiro. Nesse sentido, é importante definir as culturas que serão consorciadas com a palma-forrageira e as estratégias de manejo que serão adotadas (densidade de plantio, adubação, manejo de podas e colheita) para que ocorra menor competição por água, luz e nutrientes, e haja maior complementaridade entre as espécies.

Além de maior eficiência no uso da terra, benefícios adicionais podem ser obtidos com os consórcios, a exemplo do uso de plantas arbóreas para a promoção de microclimas favoráveis, o aporte de nitrogênio por meio de leguminosas fixadoras e a proteção do solo pela presença de gramíneas forrageiras, possibilitando também a diversificação de cultivos e de fontes de renda.

Maiores distâncias entre as linhas de plantio favorecem a realização de cultivos consorciados com a palma-forrageira. Como exemplo, podem ser citados os espaçamentos de 1,5 m (Araújo et al., 2019), 3 m (Lira, 2017), até 7 m (Farias et al., 2000).

A Embrapa Semiárido tem longo histórico de pesquisas com a palma-forrageira em cultivos consorciados, utilizando diversas espécies vegetais como o sorgo, o feijão-de-corda, a gliricídia, o milho, a algarobeira e o umbuzeiro. Um dos componentes do Sistema Glória, concebido como um modelo para a produção de leite bovino nas faixas de transição entre a Zona da Mata e o Sertão é o cultivo consorciado da palma-forrageira com a gliricídia e com o milho ou sorgo, sendo a palma estabelecida no espaçamento 3 m x 1 m x 1 m em fileiras duplas e a leguminosa, nas fileiras duplas, a cada 2 m, com o cultivo do milho ou sorgo entre as fileiras duplas (Languidey; Carvalho Filho, 1994).

No consórcio com o feijão-de-corda e o sorgo, o espaçamento da palma-forrageira que proporcionou a melhor resposta produtiva foi 3 m x 1 m x 0,5 m. Com a algarobeira, o espaçamento indicado para a espécie arbórea foi 12 m x 8 m, equivalente a 104 plantas por hectare (Albuquerque; Rao, 1997), enquanto para o umbuzeiro o espaçamento utilizado foi 8 m x 8 m (156 plantas por hectare), com o plantio da palma em 3 m x 1 m x 0,5 m. Nesta pesquisa, com o crescimento da copa do umbuzeiro ao longo dos anos, foram diminuídas as linhas de plantio da palma-forrageira (Drumond et al., 2004).

Autores deste tópico: Tadeu Vinhas Voltolini, Anderson Ramos de Oliveira

Colheita

Tadeu Vinhas Voltolini

A definição do intervalo para a colheita, da altura ou intensidade e o local para a realização do corte na planta são fatores que influenciam na rebrota, na prevenção de doenças e na vida útil da área de produção da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.). Diversos autores têm recomendado a colheita em intervalos de 2 anos, uma vez que esse período proporciona à cultura passar por pelo menos dois ciclos de chuva para o novo corte (Senar, 2018; Lima et al., 2019).

Quanto ao local de corte na planta, este deve ser feito na interseção dos cladódios (junta), (Araújo et al., 2019; Santos et al., 2019), utilizando-se instrumentos de corte bem afiados e higienizados.

Em relação à altura ou à intensidade de corte é indicado preservar, após a colheita, os cladódios primários (Santos et al., 2019) ou os secundários (Lima et al., 2019), evitando-se deixar apenas o cladódio base. Na Figura 1 estão ilustrados os manejos de colheitas preservando-se os cladódios base, primário ou secundário.

Ilustração: Katellyn Nascimento

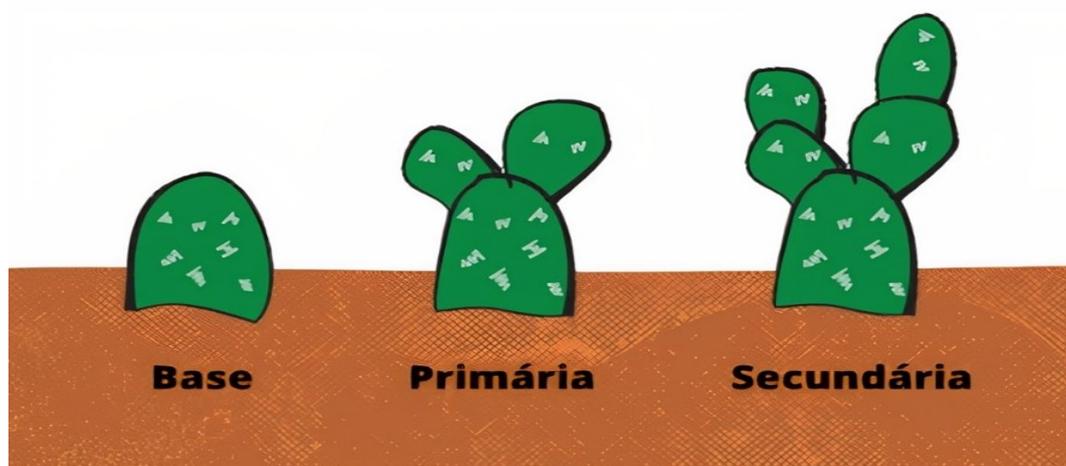


Figura 1. Ilustração representando a colheita da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) preservando a raquete (cladódio) base, primária ou secundária.

O cladódio base é o que foi utilizado no plantio, enquanto os demais são denominados de primeira ordem (primários), segunda ordem (secundários), terceira ordem (terciários), e assim por diante. Deixar apenas o cladódio base representa um corte mais intenso (com maior remoção da parte aérea), possibilitando menor área de cladódio. A área de cladódio é importante para a planta por causa da interceptação da luz e fotossíntese e sua acentuada redução pode prejudicar a rebrota e reduzir o crescimento da planta no ciclo de produção seguinte.

Autores deste tópico:Tadeu Vinhas Voltolini

Coeficientes técnicos

Tadeu Vinhas Voltolini
Sérgio Guilherme de Azevedo

A produtividade da palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é dependente de diversos fatores, tais como: cultivar, manejo e condições de clima e solo de cada região. Estudos conduzidos em alguns municípios do estado da Paraíba em condição de dependência de chuva (sequeiro) têm demonstrado respostas produtivas distintas, mas possibilitando alcançar produtividades superiores a 20 t de matéria seca por hectare, em intervalo de colheita de 12 meses (Araújo, 2009; Souza et al., 2018b; Ramos et al., 2021) (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade, densidade de plantio e intervalo de colheita da palma-forrageira (*Opuntia sp.* e *Nopalea sp.*) a partir de estudos realizados em municípios do estado da Paraíba.

Produtividade		Plantas por hectare	Intervalo de colheita (meses)	Município	Referência
t/ha de matéria verde	t/ha de matéria seca				
14,3 a 157,3	-*	23.530 a 58.823	11	Patos	Nascimento (2008)
101,6 a 218,1	15,7 a 24,8	23.530 a 58.823	20	Patos	Araújo (2009)
259,7 a 281,0	-*	100.000	12	Assunção	Lima (2011)
40,6 a 130,0	-*	5.000 a 20.000	15	Soledade	Ramos et al. (2011)
70,5 a 266,9	4,0 a 17,3	33.333	12	Soledade	Ramos et al. (2015)
216,3 a 400,3	13,2 a 29,5	33.333	24	Soledade	Ramos et al. (2017)
41,3 a 102,6	3,9 a 11,1	10.000 e 40.000	12	Soledade	Ramos et al. (2017)
30,6 a 235,5	4,8 a 30,8	25.000	12	Tacima	Souza et al. (2018b)
14,7 a 227,9	1,8 a 30,8	25.000	11	Tacima	Ramos et al. (2021)

*não apresentada a produtividade em t/ha de matéria seca.

Nestes estudos, o genótipo de palma (Ramos et al., 2021), a adubação (Nascimento, 2008; Lima, 2011) e o controle de plantas daninhas (Ramos et al., 2017) foram decisivos para a obtenção de maiores produtividades. O aumento na produção também foi observado com o uso de um maior número de plantas por unidade de área (Nascimento, 2008; Araújo, 2009; Ramos et al., 2011), sobretudo quando a maior densidade de plantio foi associada à adubação e ao manejo do palmal.

De modo semelhante, em avaliação efetuada em Unidade de Referência Tecnológica (URT), no município de Tenório, PB, como parte das ações do projeto Forrageiras para o Semiárido (CNA/Embrapa), as produtividades das cultivares de palma resistentes a cochonilha-do-carmim (Miúda, IPA Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana) cultivadas em condição de dependência de chuva apresentaram produtividades acima de 20 t/ha de matéria seca, com densidade de cultivo de 40 mil plantas por hectare e intervalo de colheita de 1 ano (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2020).

Em relação ao investimento para a implantação de 1 ha de palma em condição de sequeiro com 40 mil plantas por hectare (considerando-se a área já cercada), o componente com maior participação no valor total foram os cladódios, correspondendo a 32,62% (Tabelas 2). Diante da representatividade deste item, destaca-se a importância da utilização de cladódios bem desenvolvidos, uniformes, sem sinais de pragas ou doenças, submetidos ao processo de cura, além da realização do plantio de forma adequada, a fim de minimizar as perdas de cladódios nesta etapa.

No nível tecnológico considerado, a adubação orgânica representou 23,30%, sendo o segundo componente de maior representatividade no valor total. Somando-se todos os itens relacionados com correção e adubação, incluindo a distribuição dos fertilizantes, a participação foi 39,93%. A adubação é fator determinante para a produtividade do palmal, o que justifica sua utilização. A quantidade de adubo é aumentada proporcionalmente com o adensamento para atender às exigências do maior número de plantas na área. O fertilizante orgânico (esterco curtido) oriundo da propriedade tem papel importante na redução dos custos com adubação.

Tabela 2. Estimativa de investimento para a implantação de 1 ha de palma-forrageira (*Opuntia sp.* e *Nopalea sp.*), considerando-se 40 mil plantas por hectare, em condição de dependência da chuva (sequeiro).

Item	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Participação (%)
Limpeza da área e preparo do solo					
Limpeza do terreno	homem por dia	12	50,00	600,00	3,11
Defensivos	L	8	22,00	176,00	0,91
Subsolagem	hora por máquina	4	170,00	680,00	3,52
Aração	hora por máquina	3	170,00	510,00	2,64
Gradagem	hora por máquina	1	170,00	170,00	0,88
Abertura de sulcos	hora por máquina	2	170,00	340,00	1,76
Plantio					
Cladódios (raquetes)*	unidade	42.000	0,15	6.300,00	32,62
Mão de obra (plantio)	homem por dia	20	50,00	1.000,00	5,18
Calagem e Adubação					

Adubo orgânico (esterco de curral curtido)	kg/ha	30.000	0,15	4.500,00	23,30
Cloreto de potássio	kg	200	3,80	760,00	3,94
Superfosfato simples	kg	300	3,10	930,00	4,82
Ureia	kg	200	3,25	650,00	3,37
Calcário	kg	1.000	0,37	370,00	1,92
Aplicação de adubos	homem por dia	10	50,00	500,00	2,59
Tratos culturais					
Capina manual	homem por dia	20	50,00	1.000,00	5,18
Aplicação de defensivos	homem por dia	15	50,00	750,00	3,88
Óleo mineral	L	5	15,00	75,00	0,39
Total	-	-	-	19.311,00	100

*Considerando 5% para o replantio. Quantidades e preços representam valores médios validados por técnicos em julho de 2021.

A implantação de área de cultivo de palma-forrageira representa um investimento considerável. Dessa forma, seu bom estabelecimento e o adequado manejo são importantes para um palmar produtivo e com longa vida útil.

Autores deste tópico: Tadeu Vinhas Voltolini,
Sergio Guilherme de Azevedo

Referências

ABOUZIENA, H. F.; HAGGAG, W. M. Weed control in clean agriculture: a review. **Planta daninha**, v. 34, n. 2, p. 377-392, 2016.

AGROFIT: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 14 jun. 2021

ALBUQUERQUE, S. G.; RAO, M. R. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero e feijão-de-corda no Sertão de Pernambucano. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 645-650, 1997.

ALBUQUERQUE, S. G. de. **Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 91).

ALBUQUERQUE, S. G. de. **Formação e manejo de forrageiras tolerantes à seca: palma forrageira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133844/1/ID-9111.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

ALMEIDA, J.; PEIXOTO, C.; LEDO, C. A. Caracterização do sistema de produção e utilização da palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 395-404, 2012.

ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: SBCS, 1999. p. 25-36.

ALVINO, C. A.; GRICIO, L. H.; SAMPAIO, F. A.; GIROTTO, M.; FELIPE, A. L. S.; JÚNIOR, C. E. I.; BUENO, C. E. M. S.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Interferência e controle de plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 10, n. 1, p. 1-4, 2011.

AMARAL, F. C. S. do (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semiárida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p.

AMORIM, D. M.; SILVA, T. G. F.; PEREIRA, P. C.; SOUZA, L. S. B.; MINUZZI, R. B. Phenophases and cutting time of forage cactus under irrigation and cropping systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 1, p. 62-71, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v47a42746>.

ARAÚJO, A. M. de. **Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) no estado da Paraíba**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistema Agrosilvipastoris no Semiárido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, E. C.; FÉLIX, E. S.; SOUZA, J. T. A.; LIMA, W. B. **Palma forrageira: plantio e manejo**. Campina Grande: INSA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/documento-de-referencia-palma-sudene-verso-05-03-20-final-pdf>. Acesso em: 5 jun. 2021.

ASANO, T. Water from (waste) water: the dependable water resource (The 2001 Stockholm Water Prize Laureate Lecture). **Water Science and Technology**. v. 45, n. 8, p. 23-33, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed., rev. e ampl. Piracicaba, 1998. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Manual-Internacional-de-Fertilidade-do-Solo.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2021.

AYALA-ESCOBAR, V.; YÁÑEZ-MORALES, M. de J.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. *Pseudocercospora opuntiae* sp. nov., the causal organism of cactus leaf spot in Mexico. **Fungal Diversity**, v. 21, p. 1-9, fev. 2006.

BARBOSA, R. S.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; LOPES, E. B.; ARAÚJO, E. Doenças da palma forrageira. In: LOPES, E. B. (org.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: Emepa-PB, 2012. p. 81-96.

BARBOSA, E. A. A. **Sustentabilidade ambiental da produção de cana-de-açúcar irrigada com esgoto doméstico tratado via gotejamento subsuperficial**. 2014. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Água e Solo) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BARBOSA, P. R. R.; OLIVEIRA, M. D.; GIORGI, J. A.; OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B. Suitability of two prey Species for development, reproduction, and survival of *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Annals of the entomological Society of America**, v. 107, p. 1102-1109, 2014.

BARROS, J. R. L.; CRUZ, G. R. B.; MELO, D. A.; SANTOS, D. G. Caracterização do manejo alimentar de caprinos e ovinos na microrregião do cariri ocidental do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 4, p. 144-151, 2018.

BEZERRA J. P. D.; SANTOS, M. G. S.; SVEDESE, V. M.; LIMA, D. M. M.; FERNANDES, M. J. S.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. Richness of endophytic fungi isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae) and preliminary screening for enzyme production. **World Journal of Microbiological Biotechnology**, v. 28, p. 1989-1995, maio 2012. DOI: [10.1007/s11274-011-1001-2](https://doi.org/10.1007/s11274-011-1001-2).

BEZERRA, B. G.; ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LAURENTINO, G. Q.; SILVA, L. L. D. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 755-761, 2014.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R.D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; VIDALES-CONTRERAS, J.A.; MURILLO-AMADOR, B. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. **Journal of Plant Nutrition Soil Science**, v. 173, n. 6, p. 927-934, 2010.

BOHN, H.; MCNEAL, B.; O'CONNOR, G. **Soil Chemistry**. Toronto: J. Wiley, 1985. 341 p.

BRASIL. Portaria nº 287/2019, de 30 de setembro de 2019. **Diário Oficial da República Federativa [do] Brasil**, Brasília, DF, 7 out. 2019. Seção 1, p.18-20.

- BROADLEY, M.; BROWN, P.; ÇAKMAK, I.; RENGEL, Z.; ZHAO, F. Functions of nutrient: micronutrients. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. Oxford: Elsevier, 2012. p. 43-248.
- CACCIOLA, S. O.; SAN LIO, G. M. di. Foot rot of prickly pear cactus by *Phytophthora nicotianae*. **Plant Disease**, v. 72, n. 9, p. 793-796, 1988.
- CARVALHO, L. B. de. **Plantas daninhas**. Lages: [s.n.], 2013.
- CARVALHO, I. D. E.; SANTOS, J. R. T.; FERREIRA, P. V.; CUNHA, J. L. X. L.; GOMES FILHO, J. Avaliação de doses do herbicida Hexaron® no controle de plantas daninhas e seu efeito fitotóxico no cultivo de palma miúda. **Magistra**, v. 28, n. 3/4, p. 317-325, 2016.
- CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L.M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.
- CAVALCANTI, F. J. de A. (coord.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: IPA, 1998. 198 p.
- CHAGAS, M. C. M.; SILVA, E. C. S.; NASCIMENTO, S. M.; COSTA-LIMA, T. C. **Cochonilha-de-escama na palma forrageira**: aspectos biológicos e estratégias de manejo. Parnamirim, RN: EMPARN, 2018a.
- CHAGAS, M. C. M.; SILVA, E. C. S.; NASCIMENTO, S. M.; COSTA-LIMA, T. C. **Cochonilha-do-carmim na palma forrageira**: conheça a praga e estratégias de controle. Parnamirim, RN: EMPARN, 2018b.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **FORAGEIRAS PARA O SEMIÁRIDO**: pecuária sustentável. (CNA. Boletim técnico, 1). Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletinstecnicos/09-Boletim-2020-URT-Tenorio-PB.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- COLEMAN, J. J. The *Fusarium solani* species complex: ubiquitous pathogens of agricultural importance. **Molecular Plant Pathology**, v. 17, n. 2, p. 146-158, 2016.
- CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. Tecnologia de aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (org.). **Hortaliças-fruto**. Maringá: Eduem, 2018. p. 401-449.
- COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C. de; PIMENTA FILHO, E. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SANTOS, N. M. dos. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 195-205, 2008.
- COSTA, N. V.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; COELHO, É. M. P.; FERREIRA, S. D.; BARBOSA, J. A. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 1, p. 25-44, 2018.
- CUADRA, S. V.; VICTORIA, D. de C.; PELLEGRINO, G. Q.; BOLFE, E. L.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; ASSAD, E. D.; OLIVEIRA, A. F. de; FASIABEN, M. do C. R.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; BATISTELLA, M.; BARIONI, L. G.; NAKAI, A. M.; SILVA, F. C. da; MATSUURA, M. I. da S. F. Modelagem agroambiental e a transformação digital da agricultura. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (ed.). **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: Embrapa, 2020, p. 68-93.
- CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; GIONGO, V.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; CAVALCANTI, A. C. **Solos do submédio do Vale do São Francisco**: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 60 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 211). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2009-09/40027/1/SDC211.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021
- CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; MELO, R. F. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. S. L. da; ALVAREZ, I. A. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização,

potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (ed.). **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 50-87.

DONATO, P. E. R.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. D.; LONDE, L. N. C.; RODRIGUES, M. G. V. Implantação da lavoura de palma forrageira. **Informe Agropecuário**, v. 38, n. 296, p. 21-33, 2017a.

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A. da; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira 'Gigante'. **Informe Agropecuário**, v. 38, n. 296, p. 46-58, 2017b.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; ALBUQUERQUE, S. G. de; CAVALCANTI, N. de B.; MORGADO, L. B. Consórcio umbuzeiro x palma-forrageira no Semi-Árido brasileiro: avaliação aos seis anos de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa Florestas: ABSAF, 2004. p. 102-104. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **ZARC**: zoneamento agrícola de risco climático: mapeando riscos e reduzindo perdas, desde 1996. Campinas, 2021. 1 fôlder.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 355 p.

FARIAS, I.; LIRA, M. D. A.; SANTOS, D. C. D.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F. D.; FERNANDES, A. D. P.; SANTOS, V. F. D. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA. **Boletim técnico**: forrageiras para o Semiárido: pecuária sustentável. Tenório, 2020. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletinstecnicos/09-Boletim-2020-URT-Tenorio-PB.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.

FLORES-HERNÁNDEZ, A.; MURILLO-AMADOR, B.; RUEDA-PUENTE, E. O.; SALAZAR-TORRES, J. C.; GARCIA-HERNÁNDEZ, J. L.; TROYO-DIÉGUEZ, E. Reproduction of wild cochineal *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae). **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 77, n. 1, p. 97-102, 2006.

FREIRE, J. de L. **Avaliação de clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) sob irrigação e salinidade**. 2012. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GALLEGOS-VÁZQUEZ, C. J.; CERVANTES-HERRERA, J.; BARRIENTOS-PRIEGO, A. F. **Manual gráfico para la descripción varietal del nopal tunero y xoconostle (*Opuntia* spp.)**. Chapingo, México: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2005. 116 p.

GOMES, G. M. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; MARANHÃO, T. D.; ANDRADE, D. R. de; COSTA, J. F. M.; SILVEIRA, W. M.; NEIVA, J. N. M. Chemical composition of cactus pear cladodes under different fertilization and harvesting managements. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/Zv3NHdxSpbxLp8Z3nJ87sm/?lang=en>. Acesso em: 19 jun. 2021.

GRANATA, G. Doenças bióticas e abióticas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. (ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: FAO; Brasília, DF: Sebrae, 2001. p. 112-122.

GRANATA, G.; SIDOTI, A. Survey of diseases discovered on *Opuntia ficus-indica* in produces countries. **Acta Horticulturae**, v. 581, p. 231-237, 2002. DOI: [10.17660/ActaHortic.2002.581.24](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.581.24).

IBGE. **Censo agro 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 8 abr. 2022.

IBGE. **Pesquisa pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 5 set. 2020.

INFORME AGROPECUÁRIO: cultivo e utilização da palma forrageira. Belo Horizonte: Epamig, v. 38, n. 296, 2017. 124 p.

INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (ed.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i7012e/i7012e.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

IQBAL, M. A.; HAMID, A.; IMTIAZ, H.; RIZWAN, M.; IMRAN, M.; SHEIKH, U. A. A.; SAIRA, I. Cactus pear: a weed of dry-lands for supplementing food security under changing climate. **Planta Daninha**, v. 38, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100040>. Acesso em: 15 jun. 2021.

JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; SOUZA, M. S.; MORAIS, J. E. F.; ARAUJO JÚNIOR, G. N. Multivariate analysis in the morpho-yield evaluation of forage cactus intercropped with sorghum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 11, p. 756-761, 2020. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p756-761.

KIM, W. G.; CHO, W. D.; JEE, H. J.; HONG, S. Y. Occurrence of anthracnose on indian fig cactus caused by *Glomerella cingulata* and *Colletotrichum gloeosporioides*. **The Plant Pathology Journal**, v. 16, n. 5, p. 294-296, 2000.

KOCK, G. C. de. Drought resistant fodder shrub crops in South Africa. In: **BROWSE in Africa: The current state of knowledge**. Ethiopia: International Livestock Center for Africa, 1980. p. 399-408.

LANGUIDEY, P. H.; CARVALHO FILHO, O. M. Alternativas para o desenvolvimento da pequena produção de leite no Semi-Árido. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SNPA, 1994. p. 87-102.

LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; RAMOS, J. P. F. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 192-200, 2014.

LIMA, I. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (Cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), cochonilha-da-palma-forrageira, nos estados de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 479-481, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/YLwJtRHnqfdcDCXz5gHt9nn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2021.

LIMA, P. F. U. **Sistema de cultivo adensado de palma forrageira sob adubação organo-mineral**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

LIMA, L. R.; SILVA, T. G. F.; JARDIM, A. M. R. F.; SOUZA, C. A. A.; QUEIROZ, M. G.; TABOSA, J. N. Growth, water use and efficiency of forage cactus sorghum intercropping under different water depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 113-118, 2018. DOI: [10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p113-118](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p113-118).

LIMA, G. F. da C.; DANTAS, F. D. G.; CHAGAS, M. C. M. das.; GUEDES, F. X.; TORRES, J. F.; HOLANDA, J. S. de.; SILVA, E. C. S.; MORAIS, A. M. B. de.; NASCIMENTO, S. M. do. **Caminhos para a expansão e desenvolvimento da palma forrageira no Rio Grande do Norte**. Parnamirim, RN: Emparn, 2019. 81 p.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX, J. C. B.; FARIAS, I.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C. dos. Meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*): ênfase em manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 8.; REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO DE ZOOTECNIA, 12.; FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECNISTAS, 29.; FÓRUM DE COORDENADORES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 2.; FÓRUM DE ESTUDANTES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 2., 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ: UFRPE, 2006. 1 CD-ROM.

LIRA, M. A. Palma forrageira: cultivo e usos. **Cadernos do Semiárido: Riquezas & Oportunidades**, v. 7, n. 7, p. 1-58, 2017.

LOPES, E. B. (org.). **Palma forrageira**: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino. João Pessoa: Emepa-PB, 2012. 256 p.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. de; OLIVEIRA, M. de. Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida: uma nova proposta para interpretação de análise foliar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 235-238, maio/ago. 2001.

MENDES, P. E. F.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Efluente tratado na agricultura: aspectos agrônômicos e sanitários no cultivo do rabanete. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 1, p. 428-438, 2016.

MÉNDEZ-GALLEGOS, S. J.; MAGAÑA, D. T.; HERRERA, E. J. G. Identificación y control de las principales enfermedades del nopal. **Revista Salud Pública y Nutrición**, v. 2, p. 2-13, 2008. Edição especial.

MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil**: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora UFPE, 2005. 258 p.

MORAIS, J. E. F.; SILVA, T. G. F.; QUEIROZ, M. G.; ARAUJO, G. G. L.; MOURA, M. S. B.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N. Hydrodynamic changes of the soil-cactus interface, effective actual evapotranspiration and its water efficiency under irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 273-278, 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p273-278.

MOURA, M. S. B. de; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. da; SÁ, I. I. S. **Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o Estado de Pernambuco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 26 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 242). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54381/1/SDC242.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021.

MOURA, J. F. P. D.; PIMENTA FILHO, E. C.; GONZAGA NETO, S.; CÂNDIDO, E. P. Avaliação tecnológica dos sistemas de produção de leite bovino no Cariri da Paraíba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 121-131, 2013.

NASCIMENTO, J. P. do. **Caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-indica*, Mill. sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo no semi-árido da Paraíba, Brasil**. 2008. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. de; MORAES, S. A. de; ARAGÃO, A. S. L. de; COSTA, C. T. F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no Semiárido brasileiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 8 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62.). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32443/1/COT-62-Andre.pdf>. Acesso em: 8 maio 2021.

NEVES, F. L.; SPÍNOLA, A. M.; CHAGAS, M. C. M. das; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I. S.; FIGUEIREDO, M. R. P. de; OLIVEIRA, F. S. de; OLIVEIRA, E. F. de.; PEREIRA, S. L. **Palma-forrageira**: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do estado do Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2020. 50 p. (Incaper. Documentos, 276).

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTO-BARRIOS, E. (ed.). **Agroecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 1995. p. 36-48. (FAO. Plant Production and Protection Paper, 132).

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 276-374.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. H.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 470-550.

NUNES, T. C. M. D. **Sistemas bioassalinos de produção de palma forrageira recebendo crescentes lâminas de água e cargas de matéria orgânica**. 2018. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

OCHOA, M. J.; BARBERA, G. History and economic and agro-ecological importance. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (ed.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 2017. p. 26-30.

OLIVEIRA, V. R. de; MACEDO, M. V. de; SILVA, V. C. da; BARBOSA, K. V. F.; MORAES, S. A. de; SALVIANO, A. M. Exportação de macronutrientes por diferentes genótipos de palma-forrageira cultivados em ambiente Semiárido. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 15., 2020, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020a. p. 83. (Embrapa Semiárido. Documentos, 299). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/221139/1/Exportacao-de-macronutrientes-por-2020.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2021.

OLIVEIRA, V. R. de; MACEDO, M. V. de; SILVA, V. C. da; BARBOSA, K. V. F.; OLIVEIRA, A. R. de; SALVIANO, A. M. Exportação de micronutrientes por diferentes genótipos de palma-forrageira cultivados em ambiente Semiárido. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 15., 2020, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020b. p. 84-85. (Embrapa Semiárido. Documentos, 299). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/221141/1/Exportacao-de-micronutrientes-2020.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2021.

PARANHOS, B. de A. G.; GAMA, F. de C. **Sistema de criação da joaninha *Zagreus bimaculosus* (Coleoptera: Coccinellidae)**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021. 8 p. (Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 175). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133491/1/Sistema-de-criacao-da-joaninha-CT-175-2021.pdf>. Acesso em: 5 set. 2021.

QUEIROGA, V. de P.; LOPES, E. B.; GIRÃO, E. G.; FIGUEIRÊDO NETO, A.; ALBUQUERQUE, E. M. B. de A. **Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill)**: tecnologias de plantio e utilização. Campina Grande: AREPB, 2020. 224 p.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 63-82.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; SOUZA, C. A. A.; CARVALHO, H. F. S. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 141-154, 2016. Edição Especial: Irrigação. DOI: [10.15809/irriga.2016v1n01p141-154](https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n01p141-154).

QUEZADA-SALINAS, A.; SANDOVAL-ISLAS, J. S.; ALVARADO-ROSALES, D.; CÁRDENAS-SORIANO, E. Etiología de la mancha negra del nopal (*Opuntia ficus-indica* Mill) en Tlalnepantla, Morelos, México. **Agrociencia**, v. 40, n. 5, p. 641-653, set./out. 2006.

RAMOS, J. P. de F.; LEITE, M. L. de M. V.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de; NASCIMENTO, J. P. do; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1602>. Acesso em: 15 set. 2021.

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; CRUZ, G. R. B.; PINHO, R. M. A.; de FREITAS, P. M. D. Effects of harvest management and manure levels on cactus pear productivity. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2015.

RAMOS, J. P. F.; SOUZA, J. T. A.; SANTOS, E. M.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, O. L. Crescimento e produtividade de *Nopalea cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. **REDVET: Revista Electrónica de Veterinária**, v. 18, n. 8, p. 1-12, 2017.

RAMOS, J. P. F.; MACÊDO, A. J. da S.; SANTOS, E. M.; EDVAN, R. L.; SOUSA, W. H. de; PERAZZO, A. F.; SILVA, A. S.; CARTAXO, F. Q. Forage yield and morphological traits of cactus pear genotypes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, e51214-e51214, 2021. DOI: [10.4025/actasciagron.v43i1.51214](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.51214).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (ed.). **Recomendação par ao uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5a. aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1954. (Agriculture Handbook, 60). Disponível em: https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf. Acesso em: 21 jun. 2021.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 365-373, 2017.

ROCHA FILHO, R. R.; SANTOS, D. C.; VÉRAS, A. S. C.; SIQUEIRA, M. C. B.; NOVAES, L. P.; MORA-LUNA, R., MONTEIRO, C. C. F.; FERREIRA, M. A. Can spineless forage cactus be the queen of forage crops in dryland areas? **Journal of Arid Environments**, v. 186, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196320303256>. Acesso em: 8 jun. 2021.

SANTIAGO, F. S.; JALFIM, F. T.; BLACKBURN, R. M.; DOMBROSKI, S. A. G.; MONTEIRO, L.; NANES, M. B.; DIAS, I. C. G. M.; GURGEL, R.; OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, W.; PINHEIRO, M. R. A.; SALES, F.; SILVA, J. **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar**: reuso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Caraúbas: Atos, 2015. 194 p.

SANTOS, M. V. F. dos; LIRA, M. de A.; FARIAS, I. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1997.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48 p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, F. C. dos; RESENDE, A. V. de; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; BORIN, A. L. D. C.; PASSOS, A. M. A. dos. Dinâmica da fertilidade em solos frágeis. In: CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (ed.). **Solos frágeis**: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 161-184.

SANTOS, M. V.; CUNHA, M. V. da; FERRAZ, A. P. Plantio. In: LIRA, M. A (org.). **Palma forrageira**: cultivo e usos. Recife: Crea-PE, 2017. p. 35-36. (Crea-PE. Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades, 7).

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; FREITAS, E. V. de.; SILVA, S. M. S. e.; FERREIRA, M. de A.; LOPES, G. M. B.; WANDERLEY, M. de B. **A palma forrageira no Nordeste do Brasil**. Recife: Sudene, 2019. 20 p.

SANTOS, N. S.; de SALES SILVA, J. C.; PEREIRA, W. S.; MELO, J. L. R.; de LIMA, K. V.; LIMA, D. O.; LIMA, K. F.; de ALMEIDA, R. S. Crescimento da palma forrageira sob estresse salino e diferentes lâminas de irrigação. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. e-9452, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/9452>. Acesso em: 8 jun. 2021.

SENAR. **Palma forrageira**: cultivo de palma forrageira no Semiárido brasileiro. 3. ed. Brasília, DF, 2018. 52 p. (Coleção SENAR, 159).

SILVA, J. A.; DONATO, S. L.; DONATO, P. E.; SOUZA, E. D. S.; PADILHA JÚNIOR, M. C.; JÚNIOR, S. Extração/exportação de nutrientes pela palma forrageira 'Gigante' em diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 236-242, 2016.

SILVA, A. F. da; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E. A. Métodos de controle de planta daninhas. In: OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M. (ed.). **Controle de plantas daninhas**: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 11-33.

SILVA, D. D. da. **Composição mineral e bromatológica de genótipos de palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Napolea* em diferentes estádios fenológicos**. 2019a. 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, J. A. do N. **Banco de sementes e seletividade de herbicidas na palma forrageira**. 2019b. 84 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

SILVA, T. G. F. da; ARAÚJO, G. G. L. de; MOURA, M. S. B.; SOUZA, L. S. B. de. Agrometeorological research on forage cactus and its advances in Brazil. **Amazonian Journal of Plant Research**, v. 1, n. 2, p. 45-68, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26545/b00006x>.

SOUZA, L. S. B. de; MOURA, M. S. B. de; SILVA, T. G. F. da; SOARES, J. M.; CARMO, J. F. A. do; BRANDÃO, E. O. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p 23-28. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 210).

SOUZA, A. E. F. de; NASCIMENTO, L. C.; ARAÚJO, E.; LOPES, E. B.; SOUTO, F. M. Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no Semiárido paraibano. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 11-20, 2010. DOI: 10.5007/2175-7925.2010v23n3p11.

SOUZA, M. S.; SOUZA, J. T. A.; LIMA, G. F. C.; MEDEIROS, M. R.; OLIVEIRA, R.; BATISTA, J. SOUZA, N. R.; HOFFMANN, J. H. Testing the hypothesis that a cochineal insect species (Hemiptera: Dactylopiidae) may have been displaced by a congeneric biological control agent from a different cactus host. **Biological Control**, v. 85, p. 25-29, jun. 2015.

SOUZA, M. dos S. de; SOUZA, J. T. A.; LIMA, G. F. C.; MEDEIROS, M. R. de; OLIVEIRA R. de; BATISTA, J. de L. Primeiro registro de *Aricoris campestris* (H. Bates) (Lepidoptera: Riodinidae) em palma forrageira *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Cactaceae) no Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 142-143, 2018a.

SOUZA, J. T. A.; RAMOS, J. P. de F.; MACÊDO, A. J. da S.; VIANA, J. A.; CARTAXO, F. Q.; ORESCA, D., OLIVEIRA, F. G. de. Crescimento e produtividade de genótipos de palma forrageira no Semiárido paraibano. **Revista Científica de Veterinária**, v. 12, n. 3, p. 37-43, 2018b.

SWART, W. J.; SWART, V. R. An overview of research on diseases of cactus pear in South África. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**. v. 15, p. 115-120, jan. 2003.

TESSMANN, D. J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p. 79-94,

TORRES, J. B.; GIORGI, J. A. Management of the false carmine cochineal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell): perspective from Pernambuco state, Brazil. **Phytoparasitica**, v. 46, p. 331-340, jun. 2018. DOI: [10.1007/s12600-018-0664-8](https://doi.org/10.1007/s12600-018-0664-8).

VOLTOLINI, T. V.; MIRANDA, J. E. C.; SANTOS, R. D.; MUNIZ, E. N.; FERNANDES, E. N.; MAGALHÃES, V. M. A. **Plantio e manejo da palma forrageira no Semiárido**: cartilhas elaboradas conforme a metodologia e-Rural. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153425/1/Cartilha-1.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.

WEIR, B. S.; JOHNSTON, P. R.; DAMM, U. The Colletotrichum gloeosporioidis species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, n. 1, p. 115-180, 2012. DOI: 10.3114/sim0011.

Todos os autores

Alessandra Monteiro Salviano

Engenheiro Agrônomo , D.sc. Pesquisador da Embrapa Semiárido, Fertilidade do Solo
alessandra.mendes@embrapa.br

Anderson Ramos de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, D.sc. , Pesquisadora
anderson.oliveira@embrapa.br

Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

Engenheiro Agrônomo
bjordao@cpatsa.embrapa.br

Carlos Alberto Tuão Gava

Engenheiro Agrônomo , B.sc., Pesquisador da Embrapa Semiárido, Controle Biológico
carlos.gava@embrapa.br

Frederico Monteiro Feijó

Engenheiro-agrônomo , d.sc. em proteção de plantas , Ciências Agrárias
frederico.agro2004@gmail.com

Gherman Garcia Leal de Araújo

Zootecnista , Phd. Pesquisador da Embrapa Semiárido
gherman.araujo@embrapa.br

Lucas Fonseca Menezes Oliveira

Engenheiro-agrônomo , d.sc. em proteção de plantas da Embrapa Caprinos e Ovinos, Transferência de Tecnologia
lucas.oliveira@embrapa.br

Luciana Sandra Bastos de Souza

Bióloga , D.sc. Em Meteorologia Aplicada , Agronomia
sanddrabastos@yahoo.com.br

Magna Soelma Beserra de Moura

Enga. Agrônoma , D.sc. da Embrapa Semiárido, Meteorologia
magna@cpatsa.embrapa.br

Marcone César Mendonça das Chagas

Engenheiro-agrônomo , d.sc. em entomologia agrícola , Manejo Integrado de Pragas
marcone@rn.gov.br

Rafaela Priscila Antônio

Engenheira-agrônoma , d.sc. em genética e melhoramento de plantas da Embrapa Semiárido, Melhoramento Vegetal
rafaela.antonio@embrapa.br

Roseli Freire de Melo

Engenheira Agrônoma , D.sc. da Embrapa Semiárido, Solo e Água
roseli.melo@embrapa.br

Sergio Guilherme de Azevedo

Engenheiro-agrônomo , M.sc. Em Meio Ambiente da Embrapa Semiárido, Transferência de Tecnologia
sergio.azevedo@embrapa.br

Tadeu Vinhas Voltolini

tadeu.voltolini@embrapa.br

Tatiana Ayako Taura

Engenheira Cartógrafa , M.sc. da Embrapa Semiárido, Geoprocessamento
tatiana.taura@embrapa.br

Thieres George Freire da Silva

Engenheiro-agrônomo , D.sc. Em Meteorologia Aplicada , Agronomia
thieres_freire@yahoo.com.br

Tiago Cardoso da Costa Lima

Biólogo , Doutorado da Embrapa Semiárido, Controle Biológico
tiago.lima@embrapa.br

Tony Jarbas Ferreira Cunha

Engo. Agrônomo, D.sc. Pedologia da Embrapa Semiárido, Solos, Matéria Orgânica
tony.cunha@embrapa.br

Vanderlise Giongo

Engenheira Agrônoma, D.sc., Pesquisadora da Embrapa Semiárido, Manejo, Conservação De Água E Solo Em Agroecossistema

vanderlise.giongo@embrapa.br

Welson Lima Simões

Engenheiro Agrônomo , D.sc. , Pesquisadora

welson.simoese@embrapa.br

Expediente

Embrapa Semiárido

Comitê de publicações

Natoniel Franklin de Melo
[Presidente](#)

Juliana Martins Ribeiro
[Secretário executivo](#)

Alineaurea Florentino Silva
Clarice Monteiro Rocha
Daniel Nogueira Maia
Geraldo Milanez de Resende
Gislene Feitosa Brito Gama
José Maria Pinto
Magnus Dall'Igna Deon
Paula Tereza de Souza e Silva
Pedro Martins Ribeiro Júnior
Rafaela Priscila Antônio
Sidinei Anunciação Silva
[Membros](#)

Corpo editorial

Tadeu Vinhas Voltolini
Anderson Ramos de Oliveira
Alessandra Monteiro Salviano
Magna Soelma Beserra de Moura
Gherman Garcia Leal de Araújo
[Editor\(es\) técnico\(s\)](#)

Sidinei Anunciação Silva
[Revisor\(es\) de texto](#)

Sidinei Anunciação Silva
[Normalização bibliográfica](#)

Sidinei Anunciação Silva
[Editoração eletrônica](#)

Embrapa, Superintendência de Comunicação

Daniel Nascimento Medeiros
Nilda Maria da Cunha Sette
[Coordenação editorial](#)

Corpo técnico

Cristiane Pereira de Assis
[Supervisão editorial](#)

Cláudia Brandão Mattos
Mateus Albuquerque Rosa (SEA Tecnologia)
[Projeto gráfico](#)

Embrapa Agricultura Digital

Stanley Robson de Medeiros Oliveira
[Coordenação técnica](#)

Corpo técnico

Fernando Attique Maximo Cristiane Pereira de Assis
[Publicação eletrônica](#)

Dácio Miranda Ferreira (Infraestrutura de servidor)
[Suporte computacional](#)

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Todos os direitos reservados, conforme [Lei nº 9.610](#)

Embrapa Informação Tecnológica

Fone: (61) 3448-4162 / 3448-4155 Fax: (61) 3272-4168